



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE GASTRONOMIA

FABIANA GOMES SOUSA

EFEITO DA ADIÇÃO DE FERMENTO NATURAL NA QUALIDADE DE PÃES

JOÃO PESSOA

2017

FABIANA GOMES SOUSA

EFEITO DA ADIÇÃO DE FERMENTO NATURAL NA QUALIDADE DE PÃES

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do Bacharelado em Gastronomia do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Gastronomia.

Orientadora: Prof.^a Msc. Noádia Araújo Rodrigues.

Co-orientadora: Prof.^a Msc. Estefânia Fernandes Garcia

JOÃO PESSOA

2017

S725e Sousa, Fabiana Gomes .

Efeito da adição de fermento natural na qualidade de pães. [recurso eletrônico] / Fabiana Gomes Sousa. -- 2017.

59 p.: il. color. + CD.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Orientador: Me. Noádia Priscila Araújo

Rodrigues. Coorientador: Me. Estefânia

Fernandes Garcia

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Gastronomia) – CTDR/UFPB.

1. Levedura - Panificação. 2. Fermentação natural. 3. Pão. I. Rodrigues, Noádia Priscila Araújo. II. Garcia, Estefânia Fernandes. II. Título.

CDU: 664.642(043.2)

FABIANA GOMES SOUSA

EFEITO DA ADIÇÃO DE FERMENTO NATURAL NA QUALIDADE DE PÃES

Trabalho de Conclusão de Curso que apresenta à Coordenação do Curso de Gastronomia do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Gastronomia.

Data: 06/06/2017

Resultado: Aprovado

Banca Examinadora

Prof^a Msc. Noádia Priscila Araújo Rodrigues
Orientadora – UFPB

Prof^a Dr.^a Kettelin Aparecida Arbos
Examinadora – UFPB

Dr.^a Alline Lima de Souza Pontes
Examinadora - UFPB

JOÃO PESSOA

2017

A Deus, que pela fé me sustentou durante esta longa caminhada, me deu coragem para vencer realidades árduas, e propor sempre um novo mundo de possibilidades. Aos meus pais, sempre presentes. E ao meu noivo Pablo, pela paciência e paz a mim transmitidas.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo prazer de viver, pela força e por todas as pessoas que conheci e convivi durante a minha formação acadêmica. Pela experiência e ensinamentos adquiridos ao longo deste curso e pela perseverança e determinação em finalizar mais um objetivo na minha vida, alcançando a concretização desse sonho.

Aos meus pais, pelo inigualável amor, dedicação e orientação ao longo dos meus “passos”, conduzindo-me sempre pelos caminhos corretos.

Agradeço ao meu noivo Pablo, pela colaboração para a realização deste objetivo, de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades e pela paciência, companheirismo e felicidade que me proporciona a cada dia.

A toda equipe da Santa Farra Buffet e Confeitaria, pela oportunidade de estágio, conhecimentos adquiridos, experiência profissional e pelo imenso prazer de tê-los como amigos. De modo especial, a Suely e Silvania, Alexsandro, Aparecida, Lindalva, George, pelas inesquecíveis lembranças vividas durante o período de estágio.

Agradeço a todos os meus amigos de curso, em especial Renata, Arilane, Erica, Flávia, Daiane, Luíz, Rosecléa, Paulo Vitor, Fabiano, que me ensinaram a conviver com as dificuldades do curso e pelas experiências de convívio, as boas e inesquecíveis recordações das aulas práticas criativas e divertidas.

Sou muito grata a todos os professores que fizeram parte da minha formação acadêmica. Apesar das dificuldades do curso, sempre se esforçaram para formar futuros Gastrônomos competentes. Em especial, agradeço a Prof^a. Msc. Estefânia Garcia, pela orientação na elaboração deste trabalho e pelo carinho, paciência e atenção que tem para com seus alunos; a Prof^a Msc. Ana Emilia Vieira, pela ajuda e resolução dos problemas na fase de conclusão de curso. Aos professores, Noádia Priscila, Renata Ângela, Rogério, Valéria Louise, Vitor Hugo, Juliano, pela atenção, aconselhamentos, e otimismo para com seus alunos;

Aos técnicos de laboratórios Alline Pontes, João Bosco, Gisleânia Dourado, pelos ensinamentos na pesquisa e compreensão.

Ao meu gatinho de estimação Théo, pela companhia e por me acalmar nas horas de muito estresse. Aos que, por acaso, não foram citados, entretanto contribuíram para a concretização de mais uma etapa da minha vida. Por fim, obrigada a todos que compartilharam e que me ajudaram nos momentos em que mais precisei durante os semestres do curso e os meses de formulação do TCC. Obrigada pela paciência e amor de todos.

*“Todos os homens se nutrem, mas poucos sabem
distinguir os sabores”.*

(Confúcio).

RESUMO

O pão é um alimento milenar, consumido no mundo, nos diferentes tipos e formas, dependendo dos hábitos culturais; pode ser concebido como popular e sagrado, de baixo custo e acessível a todas as camadas sociais, seu consumo é crescente devido às suas características sensoriais, preço e disponibilidade no mercado. Pães com *sourdough* são elaborados com fermento natural, que é uma mistura de farinhas de cereais com uma população heterogênea de bactérias láticas e leveduras, desenvolvida por fermentação espontânea ou iniciada através da adição de cultura starter. Aliando-se a nova tendência da produção de pães rústicos adicionados de fermentação natural com a necessidade de criar produtos utilizando esta técnica para atender a crescente demanda, desenvolveram-se neste estudo dois tipos de pães com adição de 40% e 60% de fermento natural e formulação controle. Nos resultados obtidos nas análises físico-químicas, verifica-se que ocorreu redução ($p < 0,05$) de pH e acidez para amostras adicionadas de 40% e 60% de fermento natural, e não houve diferença entre eles, estando associado à diversidade de microrganismos. Na textura, após sete dias de armazenamento (28 °C), percebeu-se aumento da dureza, para todas as formulações e significativamente maior para os pães adicionados de fermento natural, assim como mastigabilidade, que também aumentou ao longo do tempo, sendo maior nos pães adicionados de 60% de fermento natural em relação aos demais. Apesar da maior aceitabilidade da formulação controle, os pães com fermentação natural receberam conceito entre 5 e 6 de acordo com a escala hedônica, sendo: nem gostei/ nem desgostei e gostei ligeiramente. Os resultados obtidos sugerem que a adição de fermento natural em pães influencia fortemente as características físico-químicas e sensoriais, sendo necessária a avaliação de outras concentrações de adição de fermento e de ensaios microbiológicos durante o armazenamento.

Palavras-chaves: pães; fermentação natural; bactérias láticas; leveduras; acidez.

ABSTRACT

Bread is an ancient food, consumed in the world, in different types and forms, depending on cultural habits; Can be conceived as popular and sacred, inexpensive and accessible to all social strata, its consumption is increasing due to its sensory characteristics, price and availability in the market. Sourdough breads are made with natural yeast, which is a blend of cereal flours with a heterogeneous population of lactic acid bacteria and yeast, developed by spontaneous fermentation or initiated through the addition of culture starter. Combining the new trend in the production of rustic breads added with natural fermentation with the need to create products using this technique to meet the growing demand, two types of breads with 40% and 60% natural yeast addition were developed in this study And control formulation. In the results obtained in the physicochemical analyzes, a reduction ($p < 0.05$) of pH and acidity was observed for samples added of 40% and 60% of natural yeast, and there was no difference between them, being associated with diversity Of microorganisms. In the texture, after seven days of storage (28 °C), it was noticed an increase in hardness, for all formulations and significantly higher for breads added with natural yeast, as well as chewability, which also increased over time, being higher in the Breads added 60% of natural yeast in relation to the others. Despite the greater acceptability of the control formulation, the naturally fermenting breads received a concept between 5 and 6 according to the hedonic scale, being: neither liked nor disliked and liked slightly. The results suggest that the addition of natural yeast in breads strongly influences the physico-chemical and sensorial characteristics, being necessary the evaluation of other concentrations of addition of yeast and microbiological tests during storage.

Key-words: breads; natural fermentation; Lactic bacteria; yeast; acidity.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma de preparo da massa de pães.....	37
Figura 2: Análise de pH das amostras	38
Figura 3: Análise de acidez	39
Figura 4: Análise de umidade.....	39
Figura 5: Análise de textura das amostras 40%, 60% e formulação controle respectivamente.	40
Figura 6: Preparo das amostras para teste de análise sensorial	41
Figura 7: Avaliação de intenção de compra de pães frescos elaborados com fermento natural em diferentes concentrações (0; 40%; 60%).	47

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1- Produção e propagação do fermento natural em laboratório com controle de tempo e temperatura.	36
Tabela 2- Formulação de pães para análises físico-química e sensorial.	36
Tabela 3- Atributos que constituem o perfil de textura e suas definições (adaptado de Van Vliet, 1991; Fox et al. 2000).....	41
Tabela 4- pH, acidez e umidade (média±desvio padrão) de pães elaborados com fermento natural em diferentes concentrações (0; 40%; 60%) durante armazenamento (28°C).	43
Tabela 5- Perfil de textura (média±desvio padrão) de pães elaborados com fermento natural em diferentes concentrações (0; 40%; 60%) durante armazenamento (28 °C).	45
Tabela 6 - Avaliação sensorial (média±desvio padrão) de pães frescos elaborados com fermento natural em diferentes concentrações (0; 40%; 60%).....	47

LISTA DE SIGLAS

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ABIP- Associação Brasileira de Indústria de Panificação

CO₂- Gás Carbônico

pH- Potencial Hidrogeniônico

BAL- Bactéria láctica

EPS- Ácidos orgânicos/Exopolissacáridos

B.O. D- Demanda Bioquímica de Oxigênio (Estufa incubadora)

NaOH- Hidróxido de Sódio

ANOVA- Análise de Variância.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS.....	15
1.1.2	Objetivos gerais	15
1.1.3	Objetivos específicos	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Panificação.....	16
2.1.1	Características e funções dos Ingredientes.....	17
2.1.2	Farinha de trigo	17
2.1.3	Água	19
2.1.4	Sal.....	19
2.1.5	Fermento biológico	20
2.1.6	Açúcares.....	20
2.1.7	Gorduras.....	21
2.1.8	Leite.....	21
2.2	Métodos de elaboração da massa de pães	21
2.2.1	Método direto.....	22
2.2.2	Método indireto.....	22
2.2.3	Benefícios e desvantagens do uso do pré-fermento.....	24
2.3	Etapas básicas na produção de pães	25
2.3.1	Mistura e desenvolvimento da massa	25
2.3.2	Divisão.....	25
2.3.3	Boleamento.....	26
2.3.4	Fermentação	26
2.3.5	Fermentação Natural	27
2.3.6	Incisão ou cortes.....	30
2.3.7	Cocção ou forneamento	30
2.3.8	Resfriamento.....	31
2.4	Propriedades físico-químicas e sensorial de pães.....	32
3	MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1	MATERIAL	34
3.2	MÉTODOS	34

3.2.1	Elaboração do fermento natural em laboratório	34
3.2.2	Produção dos pães	35
3.2.3	Análises físico-químicas	38
3.2.3.1	pH.....	38
3.2.3.2	Acidez	38
3.2.3.3	Umidade	39
3.2.3.4	Perfil de textura	39
3.2.4	Análise sensorial	40
3.2.5	Análise estatística	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
4.1	Análises físico-químicas.....	42
4.2	Análise sensorial.....	45
	REFERÊNCIAS	49
	APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido, utilizado na análise sensorial.	57
	APÊNDICE B – Teste de aceitação e intenção de compra, utilizado na análise sensorial.	58

1 INTRODUÇÃO

A invenção do pão é datada há séculos. Este alimento presente em nosso dia-dia pode ser concebido como popular e sagrado, de baixo custo e acessível a todas as camadas sociais.

O pão é consumido em grande quantidade no mundo, nos diferentes tipos e formas, dependendo dos hábitos culturais. É estimado que 1,8 bilhão de pessoas consomem diferentes tipos de pães ao redor do mundo (CHAVAN; CHAVAN, 2011), sendo o pão branco o mais consumido (MANDALA et al., 2009).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o Pão é o produto obtido pela cocção, em condições tecnologicamente adequadas, de uma massa fermentada ou não, preparada com farinha de trigo e ou outras farinhas que contenham naturalmente proteínas formadoras de glúten ou adicionadas das mesmas e água, podendo conter outros ingredientes (ANVISA, 2000).

O consumo do pão é crescente devido às suas condições de aceitabilidade como sabor, aroma, textura, aparência, preço e disponibilidade no mercado. No Brasil, segundo a Associação Brasileira de Indústria de Panificação - ABIP, este alimento é um dos mais difundidos e se constitui em uma das principais fontes calóricas da dieta do brasileiro (ABIP, 2009).

A procura por este alimento promoveu o aperfeiçoamento das técnicas e descoberta de novos produtos panificáveis, junto ao avanço tecnológico para atender as necessidades e desejos das sociedades em expansão. Decorrente da ampliação da panificação, os pães elaborados pelos métodos tradicionais de longa fermentação e ou fermentação natural, *sourdough*, foram desaparecendo e pouco produzidos durante parte do séc. XX, porém seus efeitos benéficos na qualidade dos pães, e sua valorização cultural nos últimos tempos, promoveu atualmente o renascimento dessa técnica milenar (SUAS 2012).

Pães com *sourdough* são elaborados com fermento natural, que é uma mistura de farinha de cereais com uma população heterogênea de bactérias lácticas e leveduras, desenvolvida por fermentação espontânea ou iniciada através da adição de cultura starter (CORSETTI; SETTANNI, 2007; DE VUYST; NEYSENS, 2005; DE VUYST; VANCANNEYT, 2007).

Várias culturas iniciadoras têm sido aplicadas no preparo desses pães (PLESSAS et al., 2011b) visando melhoria na massa, no *flavour* e na textura, retardando o envelhecimento

do pão e sua contaminação por bolores e bactérias (GEREZ et. al., 2009; DE VALDEZ et. al., 2010).

Pães de fermentação natural passaram a ser produzidos atualmente por alguns estabelecimentos, talvez por modismo, como também na tentativa de ofertar novos produtos com maior qualidade, para atender a uma demanda diferenciada. Apesar do grande apelo comercial por este produto, uma vez que, o uso da técnica de fermentação natural requer mais tempo, insumo e mão de obra qualificada. Além disso, a heterogeneidade dos fermentos naturais associada às diferentes características dos pães produzidos, tornam difícil sua padronização. A difusão da produção desse tipo de pão ainda é “tímida” no Brasil, onde a maioria dos consumidores ainda preferem os pães de fermentação rápida com fermento biológico comercial.

Sendo assim, o estudo propõe desenvolver e acompanhar a produção de fermentação natural em ambiente controlado e analisar o efeito da sua concentração sobre as características físico-químicas e sensoriais dos pães produzidos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.2 Objetivos gerais

Desenvolver e acompanhar a produção de fermentação natural e analisar o efeito da sua concentração na qualidade dos pães produzidos.

1.1.3 Objetivos específicos

- Desenvolver fermento natural em ambiente controlado;
- Elaborar pães com diferentes concentrações de fermento natural;
- Avaliar as características físico-químicas dos pães prontos;
- Avaliar características sensoriais dos pães.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Panificação

Considerada, um dos ofícios culinários mais antigos das civilizações, sua história permeia a própria história da humanidade. Há relatos de que os primeiros pães foram elaborados ainda no tempo Neolítico.

Ainda na antiguidade no período que data de 8.000 a.C a 600 d.C, o pão era elaborado nos vales dos rios Tigre e Eufrates, na antiga Mesopotâmia, no vale do rio Hindu (CANELLA-RAWLS, 2003). Com a disseminação deste alimento nesta região e ganho de habilidades, os Egípcios; as margens do Rio Nilo, começaram a fazer modificações impulsionadas pelos novos modelos primários de pedras moedoras (moendas) e pelas variedades de trigos mais duros.

Feitos de forma muito rústica, acredita-se que os pães eram achatados e ovais, elaborados com grãos triturados de aveia, trigo e cevada. Os cereais eram misturados com água e colocados em cima de pedras para levedar e, em seguida assados envoltos ou cobertos de brasas. Os pães com características de estendidos ou achatados, também conhecidos como “flatbreads”, foram os únicos das civilizações por muitos anos, e até hoje são consumidos ao redor do mundo, principalmente na região onde hoje se localiza o Iraque (CANELLA-RAWLS, 2003).

A levedação do pão, de acordo com a história, ocorreu acidentalmente, quando um pedaço de massa contendo farinha e água foi deixada a céu aberto, onde os microrganismos presentes no ambiente se instalaram, tendo início a fermentação alcoólica, que depois de alguns dias se tornou ácida e deu volume a massa (CANELLA-RAWLS, 2003). Posteriormente, a massa fermentada ganhou volume, ficou mais macia, e mudou seu sabor; desta maneira, descobriu-se o princípio básico do pão. Em 1859, Louis Pasteur, o pai da microbiologia moderna, descobriu como o fermento funcionava: alimentado de farinha de amido, o fermento produzia dióxido de carbono, que expande o glúten na farinha e leva a massa de pão a expandir e crescer.

Em 500 a.C, o pão levedado, conquistou o paladar dos romanos, tornando-se popular nessa região. Neste período também, foram desenvolvidos moedores circulares utilizados até a Revolução Industrial no século XIX. No século XX, vê-se o grande avanço, com o surgimento de fornos a gás, que produziam quantidades maiores (grande escala) e com melhor qualidade de cocção, em substituição aos fornos de tijolo e lenha. Entretanto, estas máquinas

quando surgiram tinham um alto custo e a rejeição dos consumidores, por se tratar de um processo mecânico. Logo em seguida, com o surgimento do motor elétrico a rejeição passou a ser feita pelos padeiros, já que uma máquina substituíra dois padeiros.

2.1.1 Características e funções dos Ingredientes

A diversidade de pães e outros produtos panificáveis torna-se crescente nas gôndolas dos estabelecimentos comerciais, esta produção exige uso de muitas técnicas, equipamentos, mão de obra qualificada e bons insumos para melhor formação do produto.

A qualidade do produto final depende do teor de proteínas, do volume, da qualidade do miolo, da textura do pão (UPADHYAY et al., 2012) e das características sensoriais (ROSELL; SANTOS, 2010). Apesar do uso de centeio em algumas partes do mundo, o trigo ainda é o cereal com maior destaque na elaboração de pães (GOESAERT et al., 2005).

Para confecção dos artigos de panificação destacam-se dois grandes grupos de ingredientes: os essenciais (farinha de trigo, água, fermento biológico e sal) e não essenciais (açúcar, gordura, leite, enzimas e outros) (CANELLA-RAWLS, 2005).

2.1.2 Farinha de trigo

A farinha é o ingrediente principal na produção de massas. É o construtor de estrutura primária na maioria dos pães e massas fermentadas, além de importante auxiliar em bolos, tortas e massas em geral. É obtida de vários grãos de cereais, cevada, milho, centeio, aveia (CANELLA- RAWLS, 2003).

A farinha de trigo é um produto obtido da moagem do grão de trigo *Triticum aestivum*, ou de outras espécies do gênero *Triticum* (exceto *Triticum durum*), e é responsável pela estrutura, forma e consistência da massa (SINGER, 2006; COSTA et al., 2008). A farinha de trigo é composta por amido (70 a 75 %), água (12 a 14 %), proteínas (8 a 16 %) e outros constituintes menores, como polissacarídeos não amiláceos (2 a 3 %), lipídeos (2 %) e cinzas (1 %) (MORITA et al., 2002). Os principais componentes da farinha, como o glúten e o amido, influenciam as propriedades do produto final, mas a presença de células de gás dentro do pão também é essencial (WILDE, 2003) para formar a textura aerada que é característica da estrutura do pão (SROAN et al., 2009).

O amido tem função fundamental na elaboração do pão, devido à reação de gelatinização do mesmo, onde cerca de 96% dos grânulos ficam entumecidos e solúveis,

transformando a massa viscosa em miolo elástico, ocorrendo com a presença de água e do aquecimento (entre 60 e 85 °C). Este carboidrato, também auxilia na retenção dos gases produzidos durante a fermentação. No entanto, o amido participa de reações que tendem a reduzir a qualidade do pão, como a cristalização, que provoca o endurecimento do miolo durante a estocagem (ARENDT; RYAN; BELLO, 2007; MONDAL; DATTA, 2008).

O germe do trigo contém óleos e gorduras essenciais à dieta humana, melhorando assim o valor nutricional do pão como alimento. A casca, por sua vez, fornece peso e auxilia na digestão; e o glúten, um componente desenvolvido potencialmente pelo trigo, permite ao pão expansão e crescimento, como também dá a estrutura das células do interior da massa (CANELLA-RAWLS, 2003).

Dentre as proteínas, a glutenina e a gliadina são consideradas essenciais, pois são responsáveis pela formação da rede de glúten, quando hidratadas. As gluteninas promovem a coesividade e elasticidade da massa, enquanto as gliadinas contribuem para a viscosidade e extensibilidade. O glúten é responsável pelas propriedades reológicas da massa e atua na retenção dos gases produzidos pelas leveduras durante a fermentação, contribuindo para obtenção de um produto fermentado de baixa densidade, com volume, textura e frescor adequados (VITTI, 2001; DENDY e DOBRASZCZYK, 2004; WIESER, 2007).

Para produzir pão, inicia com a mistura da massa com os principais ingredientes: farinha de trigo, água, fermento e sal (JEKLE; BECKER, 2012). À massa ainda podem ser acrescentados ingredientes não-essenciais, como: outros micro-organismos, gordura e açúcar (GOESAERT et al., 2005).

A elaboração final da massa é resultado da hidratação dos componentes da farinha e das mudanças estruturais induzidas pelo processo mecânico (BELTON, 2005). Durante o amassamento as propriedades do glúten se desenvolvem e ocorre a incorporação de ar à massa (DOBRASZCZYK; MORGENSTERN, 2003), formando uma massa viscoelástica tridimensional, (SONG; ZHENG, 2007; JOYE et al., 2009) que segura o dióxido de carbono (CO₂) durante a fermentação e ocasiona a expansão da massa (GIL-HUMANES et al., 2011).

De acordo com Pruska-Kedzior et al. (2008) as propriedades da matriz do glúten estão relacionadas com a qualidade e quantidade das frações proteicas. Apesar de suas proporções poderem variar, as proteínas totais do glúten geralmente representam cerca de 80 % das proteínas totais do grão, sendo aproximadamente 30% gliadinas e 50 % gluteninas (SHEWRY et al., 2009).

Na panificação a existência de farinhas com variado teor proteico, possuem destinações específicas para alguns produtos, pois o uso indevido poderá provocar

dificuldades de elaboração do produto, má formação e perda da produção, além de outros prejuízos.

2.1.3 Água

Ingrediente diluente, a água pode interferir diretamente nas características finais do pão. Seu uso deve ser potável ou mineral com dureza média, pH neutro ou ligeiramente ácido (QUAGLIA, 1991; CANELLA RAWLS, 2005).

A água torna-se o elemento mais importante depois da farinha, uma vez que, hidrata a farinha, e assegura a união das proteínas que dão origem ao glúten. Ao mesmo tempo, fornece meio propício ao desenvolvimento da atividade enzimática e, conseqüentemente, à fermentação do pão (VITTI, 2001).

Além de possibilitar a formação do glúten, a água, na panificação, controla a temperatura e consistência da massa, dissolve sais, além de promover a suspensão e distribuição dos ingredientes, umedece o amido, possibilita a ação das enzimas, controla a maciez e palatabilidade do pão. Ela ainda tem papel fundamental na desnaturação das proteínas e gelatinização do amido, devido a sua difusividade durante o cozimento. No entanto também atua na formação de compostos tóxicos na casca do pão, como a acrilamida, proveniente da reação de Maillard (VITTI, 2001; AHRNÉ et al., 2007).

Nos processos de panificação, a quantidade, qualidade e temperatura da água a ser adicionadas nas formulações, tem importância fundamental no transcorrer do processo e influência direta sobre os produtos obtidos (GRANOTEC DO BRASIL, 1998).

2.1.4 Sal

Comumente conhecido por cloreto de sódio, o sal é mais um ingrediente que atua na melhoria do desenvolvimento da massa. Além de promover sabor a massa, o sal, de maneira geral, atua na fermentação, no período de crescimento e na própria finalização do pão, trabalhando particularmente na crosta; afeta as características de conservação do pão, devido às suas propriedades higroscópicas (CANELLA RAWLS, 2005) e controla a ação do fermento, pois é bacteriostático (EL-DASH; CAMPOS; GERMANI, 1994). A porcentagem mais indicada de sal em uma massa é de 1,5% a 2% no máximo (QUAGLIA, 1991).

2.1.5 Fermento biológico

De acordo com a Anvisa (1977), fermento biológico é o produto obtido de culturas puras de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) por procedimento tecnológico adequado e empregado para dar sabor próprio e aumentar o volume e a porosidade dos produtos forneados.

Quando usada na fermentação, a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, atua no metabolismo de açúcares, como glicose, frutose, sacarose e maltose, produzindo gás carbônico (CO₂), responsável pela formação dos alvéolos internos e no desenvolvimento da elasticidade e extensibilidade do glúten, promovendo o crescimento da massa. Durante a fermentação, além da produção de CO₂, ocorre também à produção de diversos compostos aromáticos, entre estes ácidos orgânicos e álcoois, que contribuem com o sabor e aroma do pão (MATUDA, 2004; ROBERT et al., 2006).

O fermento biológico comercial que contém a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, tem uma concentração elevada o que gera rapidamente o gás carbônico responsável pela alta velocidade no crescimento do pão inflando a massa, mas por outro lado, contribui um pouco menos para o aporte de sabor (AMÉRICO, 2013). Na panificação esta etapa de fermentação é importante para formação do volume, porosidade e leveza do pão, assim como aumenta seu poder de venda.

Na compra do pão, seu volume é um dos fatores que influencia na decisão, o volume é uma das características mais importantes para se determinar a aceitabilidade pelo consumidor (STOJCESKA; BUTLER, 2012) e depende da capacidade da massa em reter o gás por um tempo prolongado durante a fermentação e o cozimento (DELCOUR; HOSENEY, 2010).

2.1.6 Açúcares

Dentre outros tipos de adoçantes utilizados pela panificação, o mais comum e versátil é a sacarose ou açúcar comum, capaz de promover benefícios ao pão, se utilizado de modo balanceado com os demais ingredientes. Os açúcares tem função de melhorar a cor da crosta, sabor e aroma do pão, além de contribuir para a textura e aumentar a retenção de umidade e maciez (PYLER, 1988). O seu excesso pode retardar a ação do fermento.

2.1.7 Gorduras

Para elaboração de alguns pães, um componente que pode se fazer presente é a gordura, na forma sólida como a margarina, manteiga, e gordura hidrogenada ou em forma líquida, como em óleos. Basicamente previne o super desenvolvimento ou o endurecimento do glúten, assegurando suavidade, retenção de umidade e, quanto ao paladar, características de dissolver-se na boca. Ainda assim, auxilia no manuseio da massa, deixando-a menos pegajosa. A gordura encurta as cadeias de glúten e, assim agindo, amacia o produto. Ela encapa o glúten e outros ingredientes e os lubrifica para que eles não fiquem pesadamente coesos e sem espaço para expansão (CANELLA- RAWLS, 2003).

De acordo com Canella-Rawls (2003), ovos também são fontes de gordura e sua introdução na panificação exerce funções como: dar sabor e cor; contribuir para a formação estrutural da massa; incorporar ar quando batidos; providenciar líquido; fonte de proteína e ainda emulsificar gorduras e ingredientes líquidos.

2.1.8 Leite

Ingrediente enriquecedor, utilizado para alguns tipos de massas, apresentando alta potencialidade aglutinadora das proteínas do trigo, o que aumenta a rigidez da massa. Além disso, o leite produz miolo mais macio e farelo suave, crosta mais dourada e prolonga a capacidade de armazenagem do produto. A lactose controla a coloração da crosta (Reação de Maillard) e juntamente com as proteínas, adiciona valor nutricional ao alimento e sabor à mistura, além de auxiliar na retenção da umidade da massa (CANELLA RAWLS, 2005).

2.2 Métodos de elaboração da massa de pães

Dentre os métodos de processamento pelos quais se obtém o desenvolvimento da massa, podem ser agrupados em dois grupos principais: método direto (todos os ingredientes são misturados ao mesmo tempo em uma única etapa) e indireto (utilizando esponja ou fermentação natural, processo com duas etapas) (CANELLA-RAWS, 2005).

2.2.1 Método direto

Considerado o processo mais simples de elaboração de pães, este método direto de fabricação de pães consiste basicamente em adicionar todos os ingredientes no início ou durante a etapa da mistura, e não adicionar massa previamente fermentada. É mais rápido que o método esponjoso, porém necessita de mais sova para ativação completa do fermento (CANELLA-RAWS, 2005).

Neste sistema, após a mistura dos ingredientes, a massa segue para fermentação, até atingir seu desenvolvimento. Durante a fermentação a massa é usualmente sovada uma ou mais vezes. Depois da fermentação, é dividida em pedaços do tamanho do pão desejado, arredondada, modelada na forma de pão e colocada em assadeira. A massa é deixada em uma fermentação adicional (prova) até o aumento de tamanho. Depois de atingido o tamanho desejado, ela é colocada no forno e assada (HOSENEY, 1994).

Com o avanço da tecnologia e modernização dos equipamentos da panificação, as massas elaboradas pelo método direto demandam cerca de duas horas no processo de fermentação, e devem ser amassadas para expulsão de gás quando atingir oitenta por cento da fermentação. Como resultado desse método, temos um pão com miolo menos macio do que aqueles produzidos pelo método indireto, com aromas menos desenvolvidos e com textura diferenciada (CANELLA-RAWS, 2012).

2.2.2 Método indireto

Conhecido também por método tradicional a massa utilizada nesta técnica, tem seus ingredientes misturados em duas etapas distintas: a elaboração do pré-fermento e uma massa criada com farinha, água, fermento (natural *levain* ou fermento comercial), e às vezes sal, com base nas porcentagens calculadas a partir da quantidade de farinha da receita. O pré-fermento é elaborado antes de misturar a massa final e deixado fermentar por um período controlado de tempo e temperatura, em seguida, adicionado à massa final. Esse método é opcional, porém essencial, pois ocorre antes da mistura e pode ser um recurso muito valioso para aumentar a qualidade do produto (SUAS, 2012).

A depender do tipo de pão a ser produzido, o tempo de forno, programação de produção e disponibilidade de equipamentos, pode-se escolher o tipo de pré-fermento adequado a receita. Os principais tipos de pré-fermentos são: massa pré-fermentada (*patê fermentée*), *poolish*, esponja, *biga* e *levain* ou *sourdough* (SUAS, 2012).

Patê fermentée (massa fermentada): uma porção da massa feita anterior (preparada com farinha, água, fermento e sal) é deixada fermentar por pelo menos três horas, não devendo exceder seis horas em temperatura ambiente, daí então é incorporada a mistura final. Caso necessite maior tempo de fermentação, a massa pré-fermentada pode ser mantida por até 48h em temperaturas entre 2°C a 7°C. Para formulação da massa a quantidade de massa pré-fermentada varia de 10% a 180%, com base na farinha da mistura final, geralmente 40% a 50% é a proporção mais utilizada (SUAS, 2012).

O *Poolish* segundo Canella-Raws (2012), é uma massa semilíquida, de fermento biológico e quantidades iguais de farinha e água, algumas horas antes da preparação da massa final. Esta etapa permite a multiplicação acelerada do fermento (fungos), com isso colabora com a força e habilidade de extensão da massa em formação. Este método pode ser empregado em diversos tipos de pães ou doces, sendo geralmente o preferido para a massa de baguete. A quantidade de fermento será determinado de acordo com o tipo da farinha e varia mediante o tempo dado para fermentação da esponja; a porcentagem de fermento varia de 0,1% a 2,5%, seu tempo de fermentação de 2h a 16h.

Na Esponja, o processo é similar ao do *Poolish*, diferindo quanto a hidratação da massa, pois o *poolish* possui consistência líquida, já a esponja tem uma consistência mais firme, visto que sua absorção está entre 60% a 63%, e torna o manuseio mais fácil. Também como o *poolish*, a esponja não contém sal e sua porcentagem de fermento é calculada com base no tempo de fermentação desejado. Este método quando utilizado pouco fermento e levedura, passando longo tempo de fermentação produzirá acidez ideal para promover sabor diferenciado e durabilidade (SUAS, 2012). Com a esponja é possível elaborar praticamente todos os tipos de pães com destaque para as massas doces. Esse método produz um produto final de textura porosa e leve, saboroso, além da ativação precoce do fermento (CANELLA-RAWS, 2012).

A *Biga* pode ser considerada uma esponja feita da mistura de farinha, água e fermento biológico comercial, que possui características de textura firme (42% - 46% água) ou líquida (100% de hidratação). É fermentada em ambiente frio (20°C – 22°C), usa 1% de fermento como ativador e não leva sal, sendo seu tempo de fermentação de dezesseis a dezoito horas, com pH entre 5,2 e 5,0. Neste processo são produzidas substâncias ácidas e aromáticas. Uma característica peculiar deste pré-fermento, que ao contrário de outros, é que após seu tempo máximo de fermentação (18h), sua utilização deve ser imediata, pois formará acidez acentuada e decompôr-se-á rapidamente, afetando sua atividade fermentadora, gerando massa com excesso de sabor e odor azedo (CANELLA-RAWS, 2012).

Levain, sourdough ou fermento natural é uma mistura de farinha de cereais e água que iniciam de forma líquida ou consistente (dependendo do teor de hidratação) sendo cultivada (alimentada) com farinha e água por um longo período de tempo, resultando em uma massa composta por uma população heterogênea de bactérias lácticas e leveduras, desenvolvida por fermentação espontânea, na qual os microrganismos fermentam e se multiplicam. Para manter a ativação, pureza e condições de uso desse pré-fermento, é retirada uma pequena porção da massa amadurecida antes da mistura final da massa, caso deseje dar continuidade a fermentação para uma próxima massa (CANELLA-RAWS, 2012).

2.2.3 Benefícios e desvantagens do uso do pré-fermento

Os pré-fermentos são úteis principalmente quando se deseja o aumento da qualidade do produto final. Seus benefícios podem ser observados em vários aspectos: estrutura, característica mais consistente; acidez, atua no fortalecimento da estrutura da rede de glúten, diminui o pH (retarda o processo de deterioração e inibe o crescimento de mofo, aumentando a durabilidade do pão); formação de ácidos orgânicos (produção de aromas levemente azedo na massa); aromas acentuados (formação de ésteres, componentes aromáticos do pão, importantes para o sabor final do produto). O pré-fermento ainda atua para fortificar a massa e compensar as deficiências da farinha quando esta é de baixa qualidade (SUAS, 2012).

Segundo Suas (2012), a principal desvantagem no uso do pré-fermento é o trabalho de prepará-lo, uma vez que, demanda tempo para pesagem dos ingredientes, ou na véspera ou pelo menos três horas antes de misturar a massa final. A necessidade de espaço mais amplo, energia suficiente para produzir a temperatura apropriada (essencial para o desenvolvimento correto do pré-fermento) e equipamentos específicos, colaboram para o aumento dos custos de fabricação final.

Para o pré-fermento natural, a utilização da técnica de fermentação espontânea pode ocasionar a falta de padronização do produto, antes a falta de controle sobre o desenvolvimento das culturas microbianas (caso exposto em temperatura ambiente, não sendo refrigerado e controlado) presentes no fermento com o possível surgimento de microrganismos indesejáveis se não forem seguidas medidas de boas práticas de fabricação (APLEVICZ, 2013).

2.3 Etapas básicas na produção de pães

2.3.1 Mistura e desenvolvimento da massa

É a primeira etapa obrigatória e importante na produção de pão, compreende quatro etapas essenciais: pesar os ingredientes; checar a temperatura principalmente da água (para que a massa pronta esteja entre 23°C a 25°C); incorporar os ingredientes e desenvolver a massa (SUAS, 2012).

Com o auxílio de uma masseira, são misturados, os ingredientes geralmente obedecendo a seguinte ordem: primeiro os ingredientes secos (exceto sal), depois os líquidos (exceto gordura), o fermento, o sal e por último a gordura.

Sabe-se que o processo de mistura da massa, passa por três etapas até o desenvolvimento final: mistura, hidratação e formação de rede de glúten.

Segundo Cauvain (2009), a mistura consiste simplesmente na homogeneização dos ingredientes, enquanto o amassamento ou sova representa o desenvolvimento da estrutura da massa (glúten). Assim, veem-se os requisitos básicos do processo de mistura: dispersar uniformemente os ingredientes na formulação, estimular a dissolução e a hidratação desses ingredientes, em especial as proteínas da farinha; fornecer energia para o desenvolvimento da estrutura do glúten da massa; incorporar bolhas de ar na massa proporcionando núcleos gasosos de dióxido de carbono gerado da fermentação e oxigênio da oxidação e da atividade do fermento e prover a massa com uma forma apropriada para o processo subsequente.

Após a mistura dos ingredientes, começa o processo de sova ou amassamento, isto, possibilita à transferência de energia a massa que, na quantidade adequada, permitirá a formação das características viscoelásticas necessárias para obtenção do pão (CARR, 2003).

Na etapa de amassamento, a farinha absorve água. E a quantidade absorvida depende de vários fatores como: a granulometria, conteúdo proteico, qualidade e umidade da farinha, umidade do ambiente e grau de consistência que se queira dar a massa. A porcentagem de hidratação da farinha é em torno de 60%, e em farinhas de trigo de elevado teor proteico a porcentagem de hidratação chega até 68-70% (QUAGLIA, 1991).

2.3.2 Divisão

Durante a etapa de divisão, para gerar o formato e tamanho do produto final desejado, deve-se primeiro dividir a massa em porções individuais e depois modelá-las para a base do produto final depois da fermentação e do assamento (CAUVAIN, 2009).

A divisão pode ser de dois tipos: manual, devendo ser manuseada com muito cuidado a fim de evitar danificar ou desordenar a estrutura da rede de glúten; e mecânica, utilizando equipamento específico para preservar a o peso correto, a estrutura do glúten e a retenção do CO₂ que assegura a integridade da massa (SUAS, 2012).

2.3.3 Boleamento

Os pedaços de massas cortados passam a ser moldados com a mão ou máquina automática de bolear. Da forma manual, os pedaços são amassados mediante um movimento giratório sobre a bancada ou mesa, produzindo uma peça em forma de bola (CANELLA-RAWLS, 2005).

Nesta etapa, também pode ser feita a pré-moldagem, tendo em mente a forma final que se deseja. De acordo com SUAS (2012), a pré-moldagem vai formar uma fina “pele” na superfície da massa que servirá para moldar de forma correta e aprimorada, contribuindo para produção de uma crosta com características melhores. Ainda assim, trará outros benefícios, pois em massa fraca, uma pré-modelagem mais firme reforça a estrutura do glúten, enquanto uma massa mais forte exige mais delicadeza. Entre a pré-moldagem e a moldagem, a massa é deixada em curto descanso de tempo, o que lhe permitirá o relaxamento do glúten e posteriormente uma massa mais fácil de moldar. A última moldagem dá a chance para modificar a massa, de modo a conseguir um produto de melhor qualidade possível.

2.3.4 Fermentação

A pós a modelagem final, as peças de massas são colocadas em formas, iniciando o período de descanso, no qual a fermentação irá se desenvolver geralmente com temperatura e umidade controlada.

A capacidade de fermentação sofre influências de fatores externos - temperatura e umidade; e fatores internos- qualidade da farinha, taxa de extração, granulometria (QUAGLIA, 1991).

Durante e fermentação final, o amido é transformado em açúcares pela ação enzimática. Os açúcares constituem substrato para o fermento, e os produtos resultantes dessa

decomposição são: o dióxido de carbono e o álcool. À medida que o dióxido de carbono é produzido, ele é retido nas células formadas na matriz proteica durante o processo de mistura, fazendo as células crescerem e a massa se expandir (CAUVAIN, 2009). Este processo quando bem elaborado, resultará em um pão de grande volume e textura excelente.

O período ideal de fermentação da massa vai depender de quando esta atingir seu ponto ótimo de retenção dos gases, e é determinado por fatores como: método de fabricação empregado, quantidade de fermento, temperatura da fermentação, e a qualidade da farinha e dos ingredientes (ELDASH; CAMPOS; GERMANI, 1994).

O processo de fermentação se faz presente na elaboração de uma série de outros produtos ofertados e consumidos diariamente, utilizando tipos diferentes de fermentação como a láctica, que é usada para fazer queijos, manteiga e alguns iogurtes; a acética, utilizada para produzir vinhos e vinagres; e a fermentação alcoólica, responsável pela produção de álcool, cervejas, cidra e demais produtos. Na panificação, acontece a fermentação alcoólica, onde alguns açúcares ou glicídios presentes naturalmente na farinha são transformados em álcool e dióxido de carbono (CO_2) sob o efeito de fungos e bactérias produzidos pela indústria ou de modo natural como acontece na fermentação natural ou *levain* (SUAS, 2012).

2.3.5 Fermentação Natural

O fermento natural é uma cultura milenar tradicional do velho mundo, transmitida a todos os outros continentes. Hoje, têm-se muitas formulações e processos variados, sendo utilizados na preparação do fermento natural em todo o mundo (HÄGGMAN; SALOVAARA, 2008).

Segundo Lahtinen et al. (2012), aproximadamente 30 % da Europa utiliza essa técnica no preparo de pães. Muitas padarias Europeias ainda usam tradicionalmente a fermentação “Sourdough” para produzir pães de centeio, sendo a massa mantida metabolicamente ativa ao longo de décadas através da adição da farinha e água em intervalos regulares de tempo. Na Itália, um grande número de padarias utiliza este tipo de fermentação para elaborar produtos (ex: Panettone) que exigem longo tempo de fermentação e resultam em produtos com características sensoriais típicas e com maior vida de prateleira (DE VUST; NEYSENS, 2005).

A fermentação natural, acontece de forma espontânea e surgiu apenas ativando os micro-organismos existentes nos grãos de cereais moídos (POUTANEN, et al.2009). Tulha et

al. (2011) afirmaram que a propagação contínua do fermento natural visa manter os microrganismos ativos.

O fermento natural é composto por um ecossistema único, formado por bactérias lácticas (BAL) e leveduras (PARAMITHIOTIS et al., 2010). Para Hansen (2006), é uma mistura de farinha e água, fermentado por BAL e leveduras, apresentando algumas características específicas, como baixo pH e alta acidez. As bactérias lácticas produzem ácidos láctico e acético, mantendo, normalmente, o pH abaixo de 5. Leveduras produzem dióxido de carbono e etanol. Interações entre lactobacilos e leveduras são importantes para a atividade metabólica do fermento natural (POUTANEN et al., 2009). Essas atividades têm as seguintes funções: acidificação (BAL), formação de sabor (BAL e leveduras) e levedação (leveduras e BAL), resultando na formação de massas com baixo pH (em média 4,0) e pães com textura e sabor desejável (GOBBETTI et al., 2005; ARENDT et al., 2007; CORSETTI; SETTANNI, 2007; GÄNZLE et al., 2007; DE VUYST et al., 2009).

A qualidade e o tipo da farinha influenciam na produção de ácidos no fermento natural, pois foi relatado que a concentração de ácido láctico foi 30 a 50 % maior em pães feitos com farinha integral do que com farinha branca (HANSEN E HANSEN, 1994), podendo também influenciar diretamente no desenvolvimento das atividades metabólicas dos micro-organismos.

Outro fator que também pode causar modificações durante elaboração do fermento natural é a temperatura de fermentação, determinante na dinâmica e cinética dos metabólitos formados no processo fermentativo de um fermento natural (BANU et al., 2011; DECOCK; CAPPELLE, 2005; KATINA et al., 2006; VOGELMANN; HERTEL, 2011). É observado um aumento da produção de ácido láctico em temperaturas mais altas ($>$ ou $= 30^{\circ}\text{C}$) de fermentação, favorecendo a acidificação. Alternativamente, as temperaturas baixas ($25\text{-}28^{\circ}\text{C}$) favorecem o crescimento das leveduras, a produção de etanol e a formação de sabor (MORINI et al., 2011; VOGELMANN; HERTEL, 2011).

Como decorrência de altas temperaturas no processo de fermentação natural é acidez acentuada, ela pode afetar negativamente a qualidade do pão, uma vez que pode causar sabores desagradáveis e reduzir volume do pão, bem como, sua suavidade (KADIZKY et. al., 2008).

Seguindo uma padronização, o fermento natural foi classificado em três tipos: Tipo I, tradicionalmente preparado à temperatura ambiente (30°C) e continuamente alimentado; tipo II, é obtido do processo industrial e a fermentação é realizada em temperatura mais elevada (acima de 30°C) durante um longo período; tipo III, é iniciado por culturas starters

selecionadas e secas antes do uso (DE VUYST; NEYSENS, 2005; HAMMES et al., 2005; CORSETTI; SETTANNI, 2007). Entende-se que tradicionalmente o tipo mais utilizado é o I, conforme já descrito seu modo de uso pelos povos antigos, em parágrafos anteriores.

Assim, Tulha et al. (2011) descreveram que nas áreas rurais de Portugal, para elaboração de pão de centeio e de milho, utilizam um pedaço de massa crua antiga, que é mantida sob refrigeração e coberta com uma camada de sal. Esse fermento é ativado antes do preparo do pão, misturando água e farinha, servindo de inóculo para a massa do pão. No Brasil essa técnica também acontece, sendo chamada de isca de massa. O processo de fermentação ocorre em condições não-assépticas, podendo existir associações na microbiota por muitos anos (DE VUYST; VANCANNEYT, 2007).

Essa fermentação natural é usada na panificação para produção de pães comuns, pães fermentados com a levedura de panificação (como realçador de sabor ou para melhorar a qualidade do pão e em preparações de massa ácida ativa e inativa), pães especiais artesanais (uso do fermento natural como agente levedante natural para melhoria da qualidade sensorial) e tradicionais pães de centeio (obter a capacidade de produção da massa de centeio). Também, bolos e crackers, pizza e vários pães doces são produzidos com fermentação natural (GOBBETTI et al., 2005; ARENDT et al., 2007; CORSETTI; SETTANNI, 2007; GÄNZLE et al., 2007; DE VUYST et al., 2009).

Existem benefícios quanto ao uso do fermento natural em relação à levedura do pão sendo elas: a melhoria da maquinabilidade e da funcionalidade da massa (consistência da massa, resistência à extensão, extensibilidade, elasticidade etc.) (ROBERT et al., 2006); a redução ou a eliminação dos conservantes em produtos de panificação, devido a sua atividade antibacteriana e antifúngica (RYAN et al., 2008, 2009; CHAVAN; CHAVAN, 2011); melhoria das propriedades nutricionais, de textura e sensorial em pães contendo farelo (RIZZELLO et al., 2012).

Outro benefício é quanto ao retardo do envelhecimento do pão, uma vez que, a fermentação natural passa por longo período de descanso, que produzirá naturalmente acidez. Pães elaborados com massa azeda com pH baixo (< 5), e uma alta taxa de ácido lático e ácido acético apresenta maior volume e mais baixas taxas de endurecimento durante o armazenamento, melhorando consequente sua conservação (GUL et al., 2005). As BAL produzem uma série de metabólitos que têm demonstrado ter um efeito positivo na textura e endurecimento do pão, ácidos orgânicos, exopolissacáridos (EPS) e / ou enzimas. O EPS pode melhorar as propriedades viscoelásticas da massa, aumentar o volume do pão, reduzir a

dureza da migalha e prolongar a vida de prateleira (POUTANEN, FLANDER; KATINA, 2009).

O envelhecimento do pão ocorre naturalmente e produz características perceptíveis tanto pela visão, com o enrugamento (murchamento do pão) quanto pelo palato, através da textura, pois a maciez da crosta e a firmeza do miolo são mudanças que ocorrem na textura dos pães devido ao seu envelhecimento. A retrogradação não é o único fator relacionado ao envelhecimento do pão (BAIK; CHINACHOTI, 2000). Ronda et al. (2011) afirmaram que a água também exerce um papel importante no envelhecimento. Segundo Ribotta e Le Bail (2007), a retrogradação da amilopectina é o principal fenômeno envolvido na firmeza do pão. As moléculas de água são incorporadas na região cristalina e a distribuição de água é deslocada do glúten para o amido/ amilopectina, mudando assim a natureza da rede de glúten (GRAY; BEMILLER, 2003).

Diante dessas qualidades especiais em pães de fermentação natural, sabe-se que o seu processo de fabricação requer maior tempo, matéria prima de qualidade, e mão de obra especializada para o sucesso do produto final.

2.3.6 Incisão ou cortes

Completada a fermentação, o pão segue para a fase de cortes na massa antes de assá-la. Os cortes criam uma incisão na superfície da massa e os mesmos promovem impacto direto no volume e na aparência final do pão. O tipo de técnica a ser utilizada, vai depender do tipo de massa, o tipo do pão e a aparência final desejada (SUAS, 2012).

Embora na maioria dos pães sejam feitas as incisões antes de lavar ao forno, há massas que necessitam de atenção especial. Aquelas feitas com farinhas com baixo teor de glúten (proteínas), como a farinha de centeio, devem ser cortadas logo depois da moldagem, a fim de evitar que murche depois da fermentação final, estando a massa mais frágil. Já para massas mais densas, a exemplo de multigrãos, pode também ser feitos os cortes após a moldagem, visto que manterá melhor o desenho na superfície do pão depois da cocção (SUAS, 2012).

2.3.7 Cocção ou forneamento

Realizados os cortes, inicia-se o processo de cocção da massa que consiste em uma série de transformações físicas, químicas e biológicas, que permitem obter, ao final do

processo, um produto comestível e de excelentes características organolépticas, nutritivas e sensoriais (QUAGLIA, 1991). Como a formação da cor, crocância da crosta, bem como, a formação dos aromas característicos.

Durante o forneamento, as reações vão acontecendo à medida que a temperatura vai aumentando no interior da massa à parte externa. São percebidos aumento do volume da massa, devido à produção contínua de gás até o término das atividades das enzimas e leveduras. O amido gelatiniza e o glúten sofre coagulação, retendo bolhas de ar e formando a textura do miolo (ELDASH; CAMARGO; DIAZ, 1982). Outra reação importante que ocorre no cozimento é a reação de Maillard, que segundo Suas (2012) é responsável pela coloração escura e pelos aromas que ocorrem da união dos açúcares simples (açúcar residual), que não foram usados pelo fermento durante o processo de fermentação e, se misturaram aos aminoácidos e são aquecidos, formando a cor da crosta e os aromas intensificados à medida que os pães assam.

O tempo de forneamento, assim como, a temperatura ideal, são dependentes do tipo de massa, tamanho e forma do pão desejado.

2.3.8 Resfriamento

Depois do cozimento, os pães ainda apresentam alguma umidade. Portanto, não podem ser embalados imediatamente, antes devem passar pelo processo de resfriamento à temperatura ambiente ou em câmara de resfriamento até que tenham condições ideais para serem devidamente embalados (CANELLA RAWLS, 2005).

No resfriamento dos pães, algumas reações continuam ocorrendo, como a equalização do calor: na medida em que o pão resfria o ambiente aquece; acontece lançamento de umidade, ocasionando perda de peso do produto final e caso essa umidade não seja dispersa no ar, irá se condensar na superfície do pão, formando a crosta amolecida. Outra reação é quanto a pressão interna do pão, que vai se equilibrar durante o resfriamento. Quando o gás que se expande durante o cozimento sai do pão, o mesmo é recebido pelo ar frio que necessita de espaço menor, com isso, o resultado será o pão encolher e diminuir o seu volume. A areação final neste processo é a propagação de aromas (SUAS, 2012). O sucesso na qualidade final do pão depende da atenção aos mínimos detalhes em cada uma dessas etapas descrita.

2.4 Propriedades físico-químicas e sensorial de pães

Os produtos de panificação têm na sua aparência superficial e na cor os primeiros parâmetros de qualidade avaliados pelos consumidores, sendo assim, fatores críticos para a aceitação do alimento. Embora a visualização humana ainda seja considerada adequada, mudanças na iluminação a tornam subjetiva e variável. Desta forma é recomendável que a análise da cor seja feita através do uso de um instrumento de medida de cor (LEÓN et al., 2006). A cor é uma característica importante nos produtos de panificação, pois junto com a textura e o aroma contribui para a preferência do consumidor (ESTELLER et al., 2006). Para Komlenić et al. (2010) a adição de fermento natural na massa do pão influencia na redução da luminosidade da massa.

Em contrapartida, a presença desse fermento na massa ocasiona melhorias nas propriedades reológicas (KOMLENIĆ et al., 2010), principalmente durante a produção de pão de trigo (CLARKE et al., 2002; CLARKE et al., 2004; KETABI et al., 2008). A acidificação e a redução de ligações dissulfeto do glúten por *Lactobacillos* heterofermentativos aumentam a atividade de proteases dos cereais e acessibilidade ao substrato (GÄNZLE et al., 2008). Mondal e Datta (2008), relatam que as propriedades reológicas da massa estão relacionadas ao volume específico e a textura dos produtos de panificação.

A textura pode ser definida como todos os atributos mecânicos, geométricos e de superfície de um produto, perceptível por meios instrumentais e sensoriais. O procedimento para determinação da firmeza e demais parâmetros de textura consiste em submeter os pães à compressão, e analisar a curva força-tempo resultante (ESTELLER et al., 2004b), pode ser ainda entendida como a manifestação sensorial e funcional da estrutura, propriedades mecânicas e de superfície dos alimentos, detectados através dos sentidos de visão, audição, tato e sinestésicos. A textura é analisada pelo atributo de qualidade, que denota o frescor, e a excelência da preparação de alimentos, que contribui para o prazer de comer (SZCZESNIAK, 2002).

Para avaliação mais precisa dos atributos da qualidade dos produtos panificáveis, utiliza-se a análise sensorial, pois é uma ferramenta empregada para o desenvolvimento de novos produtos, reformulação dos produtos já estabelecidos no mercado, estudo de vida de prateleira, determinação das diferenças e similaridades apresentadas entre produtos concorrentes, identificação das preferências dos consumidores por determinado produto, otimização e melhoria da qualidade (MEILGAARD et al., 2007).

Para o desenvolvimento das análises por meio dos testes sensoriais, estes utilizam os órgãos dos sentidos humanos como “instrumentos”, e devem ser incluídos como garantia de qualidade por expressar uma medida multidimensional integrada que possui importantes vantagens como, por exemplo, determinar a aceitação de um produto por parte dos consumidores (CARDELLO; CARDELLO, 1998).

Os testes de aceitação e preferência estão entre os mais importantes para determinar a escolha de alimentos (HEIN et al., 2008). A aceitabilidade pode ser feita para um único produto e não requer comparação entre produtos. O teste de preferência é aplicado em comparações diretas entre um produto e outro com a finalidade de aperfeiçoamento ou com produtos competitivos, forçando uma escolha de um dos itens sobre outro ou outros produtos avaliados (MEILGAARD et al., 2007).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Processamento de Carnes e Pescados (elaboração do fermento natural, e produção dos pães); Laboratório de Análises Instrumentais (análise física: textura) e Laboratório de Análises Físico-química (pH, acidez e umidade) pertencentes ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba.

3.1 MATERIAL

Para o preparo das formulações das massas foram utilizados os seguintes ingredientes: farinha de trigo tipo 1 (Finna, Moinho Dias Branco, Fortaleza, Brasil); fermento biológico seco instantâneo (Dr. Oetker, São Paulo, Brasil), Sal refinado (Lebre, Norsal, Areia Branca, Brasil); fermento natural (Tabela 1).

Na elaboração do fermento natural foi utilizado como substrato o suco de maçã processado e posto em recipiente de vidro estéril, seguindo para o equipamento B.O.D incubadora modelo SL – 200 (SOLAB, Piracicaba, Brasil) com controle de temperatura, por um período de oito dias (192h) a temperatura de 30°C para fermentação do suco. Após essa etapa, iniciou-se o fermento misturando o suco fermentado aos demais ingredientes nas seguintes percentagens: 1º dia: farinha (100% = 100g) + suco (60% = 60g) + açúcar (5% = 5g) = 30 °C/24h; 2º dia: farinha (100% = 50g) + água (60% = 30g) + *levain* (50% = 25g) = 30 °C/24, consecutivamente por um período de 28 dias.

Na fase de produção dos pães tipo Forma, foram utilizados os seguintes utensílios e equipamentos: espátula de pão, saco plástico, masseira modelo VAEMS 25-2NR (Venâncio, Venâncio Aires, Brasil), B.O.D, forno modelo Itália/ Roma (Venâncio, Venâncio Aires- RS, Brasil) e lâmina de aço (cortes), balança digital da marca Sf-400 Eletrônica (capacidade 1g a 10.000g).

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Elaboração do fermento natural em laboratório

A produção e propagação do fermento natural foram desenvolvidas com base na metodologia de Torrieri et. al. (2013). Como fonte de microrganismos para o início da fermentação natural, utilizou-se suco de maçãs (100g de água + 100g de maçã), sendo a mistura submetida a fermentação durante (8 dias), (KAYSER, 2015), a 30°C em BOD. Após o preparo do suco fermentado, o mesmo foi adicionado a uma mistura de farinha de trigo e açúcar, por 15h a 30°C. Para o preparo do fermento natural “mãe”, ou seja, o primeiro fermento natural que foi desenvolvido e amadurecido, para posteriormente ser dosado e adicionado aos pães, foram pesados 100% de farinha de trigo branca (100g), 60% de suco de maçã fermentado (60g), e 5% de açúcar (5g) para iniciar a fermentação. Essa mistura foi incubada em recipiente de vidro estéril a 30°C na BOD por vinte e oito dias. A cada 24h, retirou-se 25g de massa fermentada, e adicionou-se a essa massa, 50g de farinha de trigo e 30g de água, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1- Produção e propagação do fermento natural em laboratório com controle de tempo e temperatura.

Dias	Ingredientes/ porcentagens/temperatura/tempo
1º dia:	Farinha (100% = 100g) + suco (60% = 60g) + açúcar (5% = 5g) = 30 °C/24h
2º dia:	Farinha (100% = 50g) + água (60% = 30g) + <i>levain</i> (50% = 25g) = 30°C/24h
3º dia:	Farinha (100% = 50g) + água (60% = 30g) + <i>levain</i> (50% = 25g) = 30°C/24h
4º dia:	Farinha (100% = 50g) + água (60% = 30g) + <i>levain</i> (50% = 25g) = 30°C/24h
5º dia:	Farinha (100% = 50g) + água (60% = 30g) + <i>levain</i> (50% = 25g) = 30°C/24h
....
28º dia	Farinha (100% = 50g) + água (60% = 30g) + <i>levain</i> (50% = 25g) = 30°C/24h

Fonte: Torrieri et. al. (2013), adaptada pelo pesquisador.

3.2.2 Produção dos pães

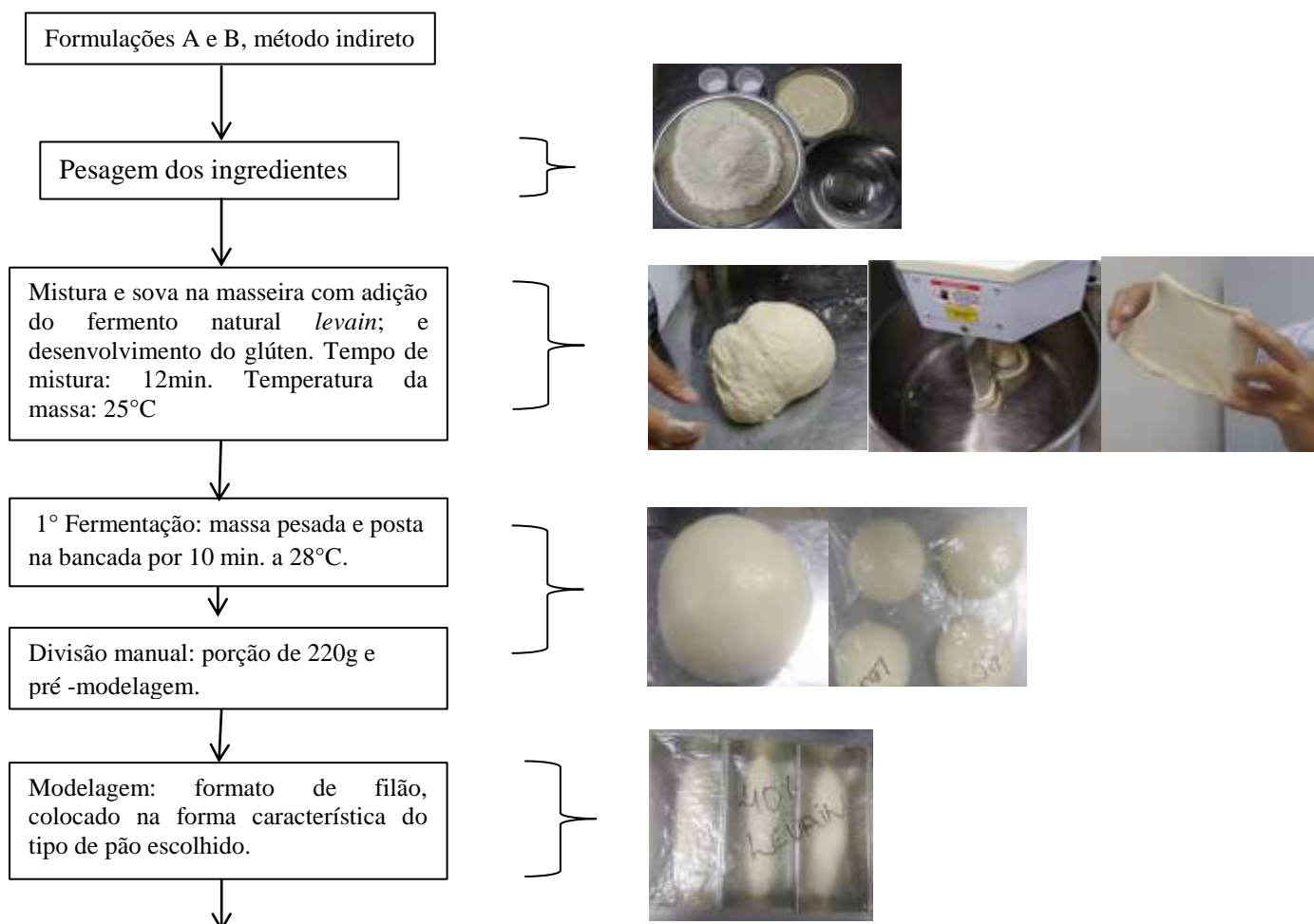
As formulações adotadas para confecção dos pães são apresentadas na Tabela 2 e foram adaptadas de Torrieri et. al. (2013). Foram realizadas 3 formulações sendo uma controle e duas com adição de fermento natural nas concentrações 40% e 60% testados em pães descritas na Tabela 2 e fluxograma de preparo (Figura 1).

Tabela 2- Formulação de pães para análises físico-química e sensorial.

Ingredientes	Quantidade %	Formulação C controle	Formulação A 40% <i>levain</i>	Formulação B 60% <i>levain</i>
Farinha de trigo	100%	400g	400g	400g
Açúcar	2%	8g	8g	8g
Sal	2%	8g	8g	8g
Água	60%	240g	240g	240g
Fermento Biológico Seco	1,5%	6g	-	-
Fermento natural (<i>Levain</i>)	40%	-	160g	-
Fermento natural (<i>Levain</i>)	60%	-	-	240g

Fonte: Torrieri et. al. (2013), adaptada pelo pesquisador.

A seguir, a figura 1 apresenta o fluxograma de produção dos pães testados.



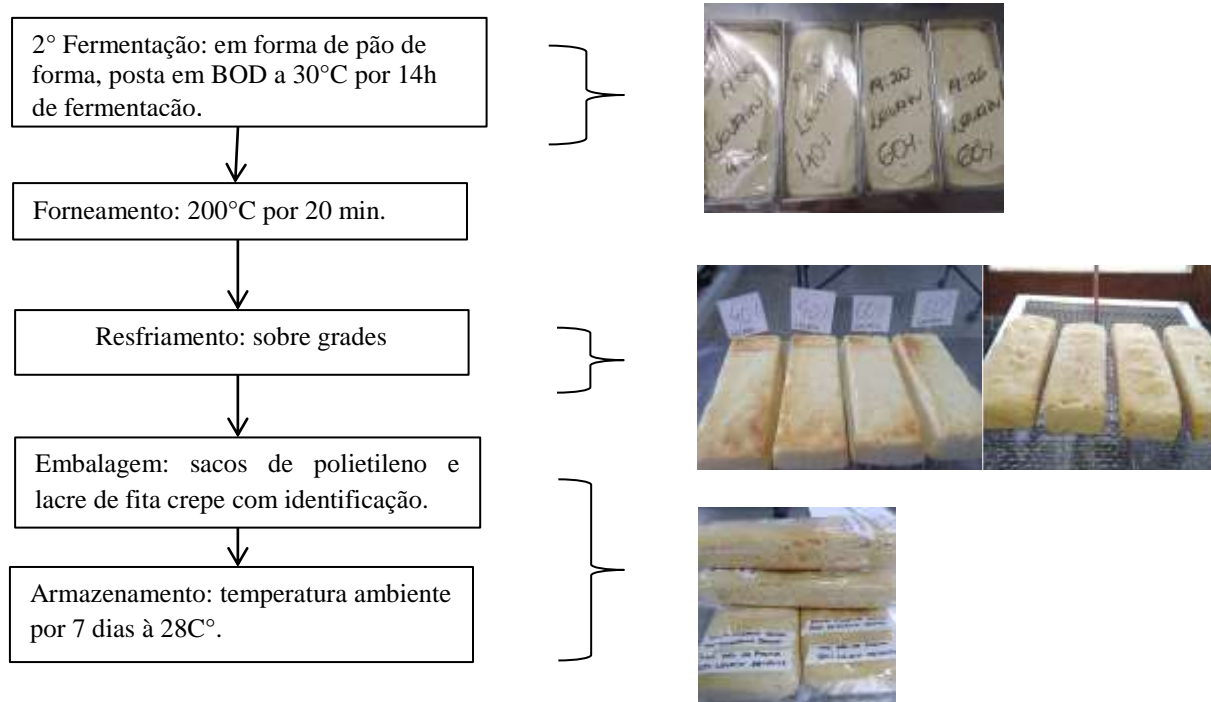


Figura 1: Fluxograma de preparo da massa de pães.
Fonte: próprio pesquisador.

As condições de mistura, modelagem e forneamento foram semelhantes para todos os tratamentos. Durante a etapa de mistura, foram misturados os ingredientes secos (farinha de trigo, sal e açúcar) e depois os líquidos (água e fermento natural, exceto pães controle), em seguida levados à masseira para etapa de sova, até que a massa atingisse o ponto de véu, apresentando características de homogeneidade e maciez. A massa pronta foi pesada, boleada em bancada e coberta com plástico filme para 1º fermentação durante 10 minutos.

Após 1º fermentação as formulações A e B foram divididas em quatro porções de aproximadamente 220g, feito o primeiro boleamento e depois modelada em forma de filão e colocadas em assadeiras, seguindo para segunda fermentação por 14h à 30°C na incubadora BOD. A formulação controle foi produzida no dia do forneamento das formulações A e B, pois seu tempo de fermentação é reduzido (1h) em relação as demais.

Terminada a fermentação, as massas foram assadas em forno de lastro a 200°C por 20 minutos. Retirados do forno, os pães seguiram para o processo de resfriamento, que se deu em temperatura ambiente, sob grades perfuradas durante 1h. Após total resfriamento, os pães foram embalados em sacos de polietileno, etiquetados e armazenados para as análises físico-químicas e sensorial.

3.2.3 Análises físico-químicas

Todos os testes foram realizados em triplicata, com ensaios realizados no dia da produção e após 1, 2 e 7 dias de armazenamento a 28 °C. Foram realizados ensaios para avaliação de pH, umidade, acidez e perfil de textura durante cada fase do armazenamento descrito.

3.2.3.1 pH

Para determinação de pH das amostras, foram pesados 5g dos pães em cada fase do armazenamento (28 °C) em balança analítica modelo M214Ai (Bel Engineering, Piracicaba, Brasil), sendo cada amostra adicionadas de 50ml de água destilada e em seguida, homogeneizado. O pH da suspensão resultante foi determinado utilizando potenciômetro modelo PHS-3E (Even, São Paulo, Brasil), previamente calibrado e operado de acordo com as instruções do manual do fabricante (AOAC, 2016). (Figura 2).



Figura 2: Análise de pH das amostras
Fonte: próprio autor

3.2.3.2 Acidez

Pesou-se 5g de cada amostra sendo misturadas com 50ml de água destilada e em seguida homogeneizado. Posteriormente, a suspensão foi acrescida de duas gotas de solução fenolftaleína, e titulada com solução de hidróxido de sódio (NaOH, 0,1N) (Figura 3). A acidez titulável, foi expressa em ml de NaOH 0,1N consumida por 5g de pão (ROBERT et. al., 2006; AOAC, 2016).



Figura 3: Análise de acidez
Fonte: próprio autor

3.2.3.3 Umidade

O teor de umidade das amostras foi determinado pelo método de dessecação direta de 2 g das amostras por secagem em estufa de circulação de ar (ACB Labor, São Paulo, Brasil) a 105 °C, até peso constante (AOAC, 2016). (Figura 4).



Figura 4: Análise de umidade
Fonte: próprio autor

3.2.3.4 Perfil de textura

Para o perfil de textura dos pães, as amostras foram preparadas com o auxílio de um paquímetro, resultando em cubos de 3 cm³. O perfil de textura foi determinado, em triplicata, através de teste de dupla compressão em texturômetro modelo CT3 Texture Analyzer (Brookfield, Middleborough, U.S.A), equipado com probe cilíndrico de compressão 25mm de diâmetro (Figura 5). A análise instrumental de textura foi realizada sob as seguintes condições: teste 2,0 mm/s, distância de 50% e tempo entre as duas compressões de 2 s. Os parâmetros de textura avaliados foram: dureza, mastigabilidade, elasticidade, adesividade, coesividade e gomosidade, como descritos na tabela 3.

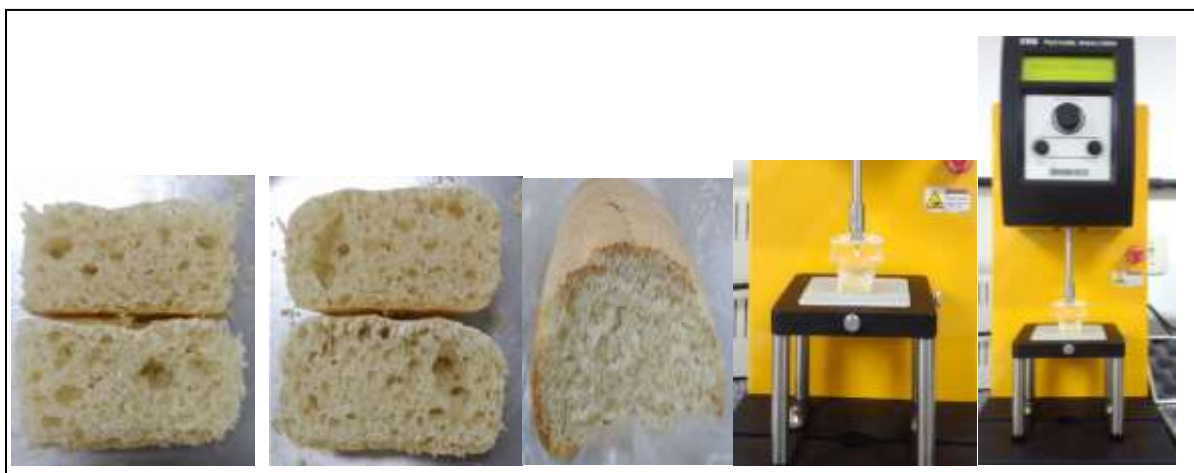


Figura 5: Análise de textura das amostras 40%, 60% e formulação controle respectivamente.
Fonte: próprio autor

Tabela 3- Atributos que constituem o perfil de textura e suas definições

Atributos	Definição
Dureza	Força necessária para atingir uma dada deformação
Coesividade	Resistência das ligações internas, dada pela força necessária para que o dispositivo se descole da amostra
Elasticidade	Velocidade com que o material deformado, volta a sua condição não deformada, após ser retirada a força deformante
Adesividade	Trabalho necessário para superar as forças atrativas da superfície do alimento e a superfície em contato com este
Mastigabilidade	Energia requerida para se mastigar um sólido até o ponto de ser engolido, sendo o produto da dureza, coesividade e elasticidade
Gomosidade	Energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido ao ponto de ser engolido. É o produto de baixo grau de dureza e alto de coesividade.

Fonte: adaptado de Van Vliet, 1991; Fox et al. 2000.

3.2.4 Análise sensorial

A avaliação sensorial foi realizada apenas no tempo 0, ou seja, logo após o forneamento e resfriamento dos pães.

Os pães controle e adicionados de fermento natural (A e B) confeccionados foram submetidos ao teste sensorial de aceitação (DUTCOSKI, 2007), as amostras foram analisadas

por 100 provadores não treinados, sendo eles estudantes e funcionários da Universidade Federal da Paraíba (Brasil).

Cada provador, avaliou 3 amostras, sendo 10g cada e cortadas em formato de cubos preservando a superfície do pão. Os atributos avaliados foram: aparência, cor, aroma, sabor, consistência e avaliação global, utilizando escala hedônica com nove pontos que variou de gostei muitíssimo (9) a desgostei muitíssimo (1). As amostras foram servidas em pratos plásticos brancos e codificadas com números de três dígitos aleatórios. Água mineral e bolacha água e sal foram fornecidos para limpeza das papilas entre as avaliações (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007). (Figura 6).



Figura 6: Preparo das amostras para teste de análise sensorial
Fonte: próprio autor

Os testes sensoriais, foram realizados no turno da tarde do mesmo dia de fornecimento dos pães. No apêndice A e B, estão presentes a ficha de avaliação sensorial e o termo de consentimento. Foi avaliado paralelamente a intenção do compra por parte dos provadores para as 3 amostras utilizando escala hedônica de 1 (jamais compraria) a 5 (compraria).

3.2.5 Análise estatística

Os resultados foram analisados utilizando o programa SigmaStat® versão 3.5 (Dundas Software, Alemanha). As diferenças entre as médias foram calculadas através da análise de variância (ANOVA) com o teste de Tukey. Foram consideradas significativas as diferenças ao nível de 5 % ($P < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análises físico-químicas

Os resultados de pH, acidez e umidade de pães elaborados com fermento natural em diferentes concentrações (0; 40%; 60%) durante armazenamento (28°C), após 0, 1, 2 e 7 dias, estão expressos na Tabela 4.

Tabela 4- Resultados de pH, acidez e umidade (média±desvio padrão) de pães elaborados com fermento natural em diferentes concentrações (0; 40%; 60%) durante armazenamento (28°C).

Variáveis	Tempo (dias)	Controle	40%	60%
pH	0	5,60±0,04 ^{Aa}	3,67±0,01 ^{Ca}	3,76±0,02 ^{Ba}
	1	5,59±0,02 ^{Aa}	3,73±0,03 ^{Ba}	3,69±0,01 ^{Bb}
	2	5,57±0,09 ^{Aa}	3,66±0,04 ^{Ba}	3,64±0,01 ^{Bc}
	7	5,19±0,24 ^{Ab}	2,06±0,13 ^{Bb}	1,94±0,01 ^{Bd}
Acidez	0	2,76±0,11 ^{Bb}	9,12±0,26 ^{Ac}	9,52±0,28 ^{Ab}
	1	3,42±0,18 ^{Ba}	10,45±0,19 ^{Ab}	10,81±0,30 ^{Aa}
	2	3,24±0,31 ^{Bab}	10,84±0,10 ^{Aab}	11,09±0,21 ^{Aa}
	7	2,81±0,10 ^{Bb}	11,18±0,42 ^{Aa}	11,19±0,20 ^{Aa}
Umidade	0	39,87±0,50 ^{Aba}	37,47±1,51 ^{Ca}	41,58±1,26 ^{Aa}
	1	35,15±0,71 ^{Ab}	32,80±1,40 ^{Ab}	33,55±1,04 ^{Abc}
	2	35,80±0,29 ^{Ab}	35,88±2,36 ^{Aab}	33,83±0,53 ^{Ab}
	7	31,54±0,47 ^{Ac}	30,02±0,83 ^{Ab}	31,25±0,68 ^{Ac}

^{a, b, c} Em uma coluna, médias seguidas de letras desiguais diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

^{A, B, C} Em uma linha, médias seguidas de letras desiguais diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

Conforme Tabela 4, os tratamentos apresentaram os seguintes resultados de pH no armazenamento: a amostra controle variou de 5,19 – 5,60, enquanto a amostra 40% esteve entre 2,06 - 3,73, já a amostra 60% variou de 1,94 - 3,76. Nas amostras controle e 40%, o pH só variou após 7 dias de armazenamento. Já para a amostra com 60% de fermentação natural houve queda do pH após cada fase do armazenamento, diferindo estatisticamente ($p < 0,05$). A adição de fermentação natural na formulação dos pães, de maneira geral, reduziu significativamente ($p < 0,05$), o pH das amostras testadas, tanto com 40% quanto com 60% de fermento. Verifica-se que durante o armazenamento, após 7 dias, ocorreu redução de pH para amostras controle e adicionadas de 40% de fermento natural, enquanto que as amostras

adicionadas de 60% apresentaram redução significativa ($p < 0,05$) de pH desde o primeiro dia de armazenamento.

Alguns estudos (CLARKE et. al., 2002; KOMLENIC et. al., 2010) com pães adicionados de *sourdough* citam a redução do pH como um dos responsáveis por mudanças reológicas, na constituição química da massa e de conservação do pão. Alguns fatores como a presença de bactérias lácticas endógenas na farinha de trigo, quantidade de levedura, tipo de bactérias adicionadas à formulação, tempo e temperatura de fermentação, além do (s) tipo (s) de ácido (s) orgânicos (s) presente (s), podem influenciar o pH e acidez dos pães (PLESSAS et. al., 2011; ROBERT et. al., 2006).

Entre os efeitos mais importantes, o valor do pH exerce influência na produção de ácidos orgânicos e nas propriedades viscoelásticas da massa (WEHRLE; ARENDT, 1998).

Para acidez, a amostra controle variou de 2,76 - 3,42 g/100g, a amostra 40% entre 9,12 - 11,18 g/100g e a amostra 60% variou entre 9,52 - 11,19 g/100g. Ao longo do tempo as amostras com 40% de fermento natural apresentaram aumento da acidez titulável, enquanto as amostras com 60% tiveram aumento da acidez após um dia de armazenamento, mantendo-se constante ($p > 0,05$) após dois e sete dias.

O processo de acidificação, afetado pela aplicação do fermento natural, é utilizado principalmente para a melhoria da qualidade e *flavour* dos pães de trigo (BRÜMMER; LORENZ, 1991; KATINA et al., 2006; ARENDT et al., 2007), além de reduzir o envelhecimento dos pães (KATINA et al., 2006; PLESSAS et al., 2007).

As alterações na acidez desses tipos de pães podem estar relacionadas a síntese de ácidos acético e lático, que representam 95-98% da acidez, relatada por estudos de processos indiretos e massas (STAUFFER, 1990). O processo de acidificação da massa do pão é provocado pelos principais microrganismos do gênero *Lactobacillus*, *Sacharomyces*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus* e *Candida*. Estes microrganismos fermentam a glicose, auxiliam no crescimento da massa e produção dos ácidos lático, acético, propiônico e butírico, além dos álcoois (QUÍLEZ; RUIZ; ROMERO, 2006; CODA et al., 2010; PLEASSAS et al., 2011).

Quanto a umidade, a amostra controle apresentou variação de 31,54 - 39,87%, a amostra 40% esteve entre 30,02 - 37,47%, enquanto a amostra 60% variou de 31,25 - 41,58%. Em todos os tratamentos ao longo do armazenamento houve redução significativa ($p < 0,05$) da umidade nas amostras. Essa redução da umidade pode estar associada com o processo de recristalização do amido, alterações das proteínas e migração da água da massa após a cocção. O mesmo comportamento foi observado por outros autores que também

reportaram a mudança na aparência dos pães armazenados por sete dias (ESTELLER et al., 2004).

A adição do fermento natural em cada fase do armazenamento não influenciou na umidade ($p < 0,05$).

A análise de textura apresenta-se como um importante indicador de frescor e qualidade para o consumidor, sendo um fator imprescindível para a aceitabilidade do produto no mercado (LASSOUED et al., 2008).

Na Tabela 5 são apresentados os dados referentes a avaliação do perfil de textura das amostras no armazenamento (28°C).

Tabela 5- Perfil de textura (média±desvio padrão) de pães elaborados com fermento natural em diferentes concentrações (0; 40%; 60%) durante armazenamento (28 °C)

Variáveis	Tempo (dias)	Controle	40%	60%
Dureza (N)	0	3,81±0,59 ^{Bd}	7,60±1,27 ^{Ac}	6,44±1,69 ^{Ad}
	1	6,28±1,09 ^{Cc}	21,28±1,87 ^{Ab}	12,31±2,52 ^{Bc}
	2	8,14±0,79 ^{Cb}	17,97±1,69 ^{Bb}	21,59±1,36 ^{Ab}
	7	11,79±1,11 ^{Ba}	34,11±3,06 ^{Aa}	29,43±5,23 ^{Aa}
Adesividade (mJ)	0	0,03±0,05 ^{Aa}	0,08±0,10 ^{Aa}	0,13±0,15 ^{Aa}
	1	0,05±0,08 ^{Aa}	0,05±0,05 ^{Aa}	0,28±0,47 ^{Aa}
	2	0,10±0,13 ^{Aa}	0,10±0,13 ^{Aa}	0,37±0,57 ^{Aa}
	7	0,05±0,08 ^{Aa}	0,03±0,05 ^{Aa}	0,12±0,08 ^{Aa}
Elasticidade (mm)	0	13,86±2,12 ^{Aa}	14,22±0,13 ^{Ab}	13,95±0,92 ^{Aa}
	1	10,04±4,60 ^{Ba}	15,19±0,69 ^{Aa}	15,08±2,86 ^{Aa}
	2	13,88±0,11 ^{Aa}	12,98±0,14 ^{Ac}	14,50±2,57 ^{Aa}
	7	13,69±0,04 ^{Aa}	12,88±0,13 ^{Ac}	16,61±5,75 ^{Aa}
Coesividade	0	0,74±0,02 ^{Aa}	0,74±0,04 ^{Aa}	0,72±0,02 ^{Aa}
	1	0,58±0,02 ^{Ab}	0,54±0,12 ^{Ab}	0,59±0,10 ^{Aa}
	2	0,45±0,02 ^{Ac}	0,34±0,02 ^{Ac}	0,43±0,13 ^{Ab}
	7	0,37±0,01 ^{Ad}	0,28±0,02 ^{Ac}	0,34±0,01 ^{Ab}
Gomosidade (N)	0	2,82±0,43 ^{Bc}	5,34±0,82 ^{Ab}	4,60±1,11 ^{Ac}
	1	3,64±0,57 ^{Cb}	11,12±2,78 ^{Aa}	7,23±1,92 ^{Bb}
	2	3,66±0,37 ^{Cab}	5,92±0,26 ^{Bb}	8,10±0,84 ^{Aab}
	7	4,34±0,39 ^{Ba}	9,72±1,24 ^{Aa}	9,85±1,76 ^{Aa}
Mastigabilidade (mJ)	0	40,05±6,08 ^{Bb}	75,93±11,68 ^{Ab}	65,45±16,01 ^{Ab}
	1	51,50±7,97 ^{Ca}	153,90±41,05 ^{Aa}	108,17±29,54 ^{Bab}
	2	50,83±4,99 ^{Ba}	78,12±5,23 ^{Bb}	133,47±40,77 ^{Aab}
	7	59,92±5,30 ^{Ba}	125,20±16,28 ^{ABa}	169,88±85,37 ^{Aa}

a, b, c Em uma coluna, médias seguidas de letras desiguais diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

A, B, C Em uma linha, médias seguidas de letras desiguais diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

No parâmetro dureza, para todas as amostras ao longo do armazenamento, verificou-se aumento da dureza ($p < 0,05$); principalmente no tempo 7 as amostras 40% (34,11) e 60% (29,43) apresentaram maior dureza em relação a amostra controle (11,79). Podendo-se

justificar por alguns fatores, dentre eles a incorporação de massa ácida, adição de glúten, inulina, sal, e a retrogradação das amilopectinas, tendem a aumentar a dureza do pão, no entanto, o uso de alguns tipos de aditivos, como o ácido ascórbico e enzima alfa amilase, retarda o endurecimento (CARR; TADINI, 2003; SILVA; YONAMINE; MITSUIKI, 2003; MANDALA, 2005; ALTAMIRANO-FOURTOUL; ROSELL, 2011).

Além disso, as diferentes formas de recristalização do amido, alterações das proteínas e migração da água na massa após a cocção (OVADIA, 1996). Assim, Stauffer (2000) também reforça este conceito, relatando que endurecimento estaria vinculado à retrogradação do amido e ao comportamento das proteínas e pentosanas; citados também pelos autores (PENG et al., 2017; LICCIARDELLO et al., 2016).

Quanto a adesividade, não houve variação em nenhuma das amostras analisadas. Para elasticidade, não foi verificado diferença entre os tratamentos, exceto no tempo 1. As amostras controle e 60% não apresentaram variação ao longo do tempo, já a amostra 40% apresentou redução da elasticidade após dois dias. A coesividade não variou entre as amostras, ocorrendo redução da coesividade ao longo do tempo para todas as amostras. Para gomosidade, as amostras com adição de fermento natural em relação as amostras controle, obtiveram aumento da gomosidade. Durante o armazenamento, após sete dias, todas as amostras apresentaram aumento da gomosidade. No parâmetro mastigabilidade, observou-se aumento da mastigabilidade nos pães adicionados de 60% de fermento natural em relação aos demais, exceto no tempo 1, onde a mastigabilidade foi maior para pães com 40%. Ao longo do tempo a mastigabilidade foi maior de maneira geral para todas as amostras. O parâmetro mastigabilidade está associado a um estado em que o alimento pode ser engolido. Peng et al., (2017) afirma que quanto menor o valor de mastigabilidade, melhores são as propriedades de degustação. Dessa forma, dentre os pães adicionados de fermento natural, o com 40% apresenta-se com valores de mastigabilidade menores; podendo ter relação direta com os dados do atributo dureza para amostra 40%, uma vez que, quanto maior o grau de dureza, maior a força exercida na mastigabilidade.

4.2 Análise sensorial

Do painel de provadores que participaram dos testes sensoriais, 61% foram do gênero masculino e 39% do gênero feminino, do total 67% fazem parte da faixa etária de 18 à 29

anos e 33% acima de 29 anos, sendo todos estudantes e funcionários da Universidade federal da Paraíba. Os resultados das análises sensoriais estão descritos conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Avaliação sensorial (média±desvio padrão) de pães frescos elaborados com fermento natural em diferentes concentrações (0; 40%; 60%).

Variáveis	Amostras		
	Controle	40%	60%
Aparência	7,6±1,5 ^a	7,2±1,6 ^a	6,9±1,7 ^b
Cor	7,5±1,4 ^a	7,5±1,5 ^a	7,1±1,5 ^a
Aroma	7,2±1,7 ^a	5,4±2,1 ^b	5,6±2,5 ^c
Sabor	7,8±1,4 ^a	4,6±2,2 ^b	4,5±2,1 ^b
Textura	7,6±1,7 ^a	5,6±2,1 ^b	5,7±2,1 ^b
Avaliação Global	7,7±1,2 ^a	5,5±1,9 ^b	5,4±1,9 ^b

^{a, b, c} Em uma linha, médias seguidas de letras designais diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Para o atributo aparência, as amostras controle (7,6) e 40% (7,2), foram mais bem aceitas que a amostra com 60% de fermento natural. Não houve influência do fermento natural quanto ao atributo cor, sendo todas as amostras bem aceitas e não diferindo estatisticamente ($p < 0,05$).

Com relação ao aroma, houve diferença significativa entre as amostras testadas. Pães com 40% e 60% de fermento natural, receberam conceito entre 5 e 6 de acordo com a escala hedônica, sendo: nem gostei/ nem desgostei e gostei ligeiramente. Enquanto pães controle obtiveram o conceito 7, sendo gostei moderadamente.

Quanto ao sabor e textura, a amostra controle apresentou maior aceitabilidade 7,8 (gostei moderadamente; gostei muito) e 7,6 (gostei moderadamente; gostei muito) respectivamente. Amostra com 40% e 60% foram regularmente aceitas, porém não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

De forma geral os pães com fermentação natural, foram considerados regularmente aceitos, pois tiveram a média da avaliação global entre cinco e seis equivalente aos termos hedônico (“nem gostei/nem desgostei” e “gostei ligeiramente”) (GIMÉNEZ et. al., 2007). Os provadores mencionaram que um dos fatores que mais influenciaram na aceitação dos pães com fermentação natural foi o forte sabor ácido, o que pode ter corroborado para as avaliações de aroma, sabor e avaliação global não terem ultrapassado a média 6 (Tabela 6). O aroma diferenciado e a acidez elevada, foram aspectos de certo modo, esperados, visto a longa fermentação, pH baixo e a diversidade de espécies microbianas presentes. Ainda assim, este tipo de pão não é cultural na dieta brasileira, o que pode ter influenciado na aceitação.

A figura 7, apresenta os resultados referentes à intenção de compra das amostras testadas.

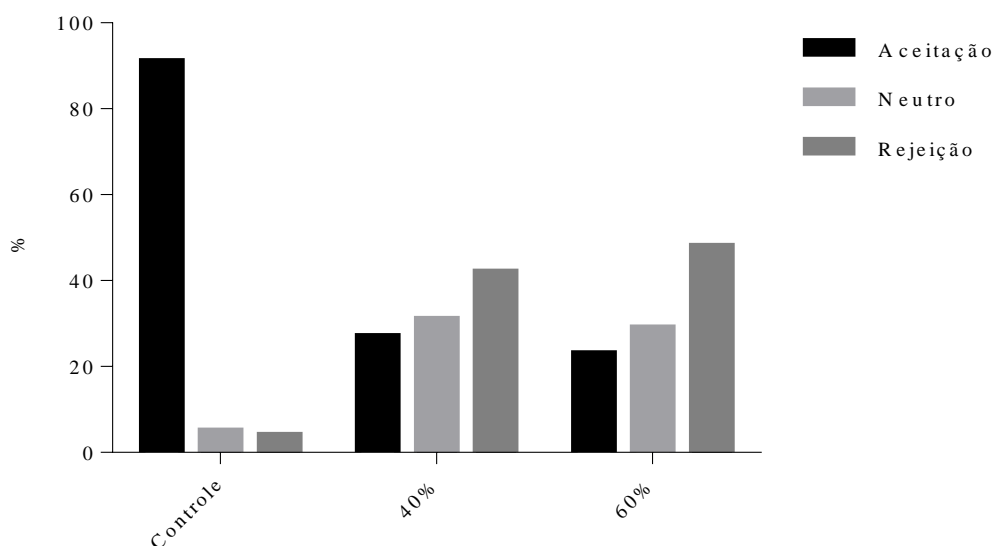


Figura 7: Avaliação de intenção de compra de pães frescos elaborados com fermento natural em diferentes concentrações (0; 40%; 60%).

Fonte: próprio autor.

Quanto a intenção de compra, a amostra controle obteve o maior percentual de aceitação, entre 80% e 90% (possivelmente compraria; e compraria), seguida pela amostra com 40% de fermento natural, com uma média percentual de 30% (talvez comprasse; talvez não comprasse) e a amostra com 60% de fermento natural obteve percentagem média de 25% (possivelmente não compraria).

Para o índice rejeição, a amostra com 60% de fermento natural, apresentou a maior porcentagem em média 50% (possivelmente não compraria; jamais compraria), em segundo lugar, a amostra 40% teve um percentual médio de 42% (talvez comprasse/ talvez não comprasse) e por último a amostra controle, foi a que teve menor índice de rejeição, menos de 10% (compraria; possivelmente compraria).

De acordo com estes resultados, percebe-se que as características marcantes como acidez, típicos dos pães com fermentação natural, não seja comum para o paladar dos provadores envolvidos no estudo.

5 CONCLUSÃO

Das formulações elaboradas e adicionadas de fermento natural, pode-se considerar que a mais adequada a ser produzida é a formulação com 40%, excluindo a amostra controle. Segundo o estudo as formulações 40% e 60% foram igualmente avaliadas na análise sensorial, exceto para o atributo aparência, porém os dados da textura tendem a demonstrar que a amostra com 40% seria mais adequada ao consumo. Nas análises físico-químicas as amostras com fermento natural apresentaram características semelhantes, com poucas exceções.

A avaliação da acidez e aparência geral dos pães no armazenamento sugere fortemente que os pães adicionados de fermento natural sejam avaliados quanto à qualidade microbiológica, podendo apresentar maior vida de prateleira que a formulação controle em decorrência do menor desenvolvimento de bolores.

Concentrações menores de fermento natural devem ser testadas, especialmente do ponto de vista sensorial, além do que, estes testes deverão ser realizados com painel treinado, tendo em vista que os resultados obtidos neste estudo demonstram a falta de familiaridade dos provadores com esse tipo de pão, o que pode explicar o maior índice de rejeição sensorial verificado.

REFERÊNCIAS

- ABIP- Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria. **Estudo de Tendências: Perspectivas para a Panificação e Confeitaria 2009/2017**. Disponível em: http://www.padariamoderna.com.br/lermais_materias.php?cd_materias. Acesso em: 04 de Jan. 2017.
- AHRNÉ, A.; ANDERSSON, C.G.; FLOBERG, P.; ROSÉN, J.; LINGNERT. Effect of crust temperature and water content on acrylamide formation during baking of white bread: Steam and falling temperature baking. *Swiss Society of Food Science and Technology*, Goteborg, v. 40, p. 1708-1715, 2007.
- AMÉRICO, L. C.; **Pão Nosso receitas caseiras com fermento natural**. Editora Schwarcz S.A 2013.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000**. Aprova regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do pão. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/2000/90_00rdc.htm. Acesso em: 04 de Jan. 2016.
- AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - **AOAC, Official methods of analysis of A.O.A.C. International.**, United States, 20th ed., 2016.
- APLEVICZ, K. S; Silva, Tda, Canella, M. H; O Gillari, p.j.; Sant'anna, E.S. **Influence Fermentation Time Of Sourdough the application of linear regression analysis** Sodebrás, v 8, p.15-18, 2013.
- ARENDT, E.K.; LIAM, A.M.R.; DAL BELLO, F. Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiology*, v. 24, p. 165-174, 2007.
- BAIK, M.Y.; CHINACHOTI, P. Moisture redistribution and phase transitions during bread staling. *Cereal Chemistry*, v. 77, p. 484-488, 2000.
- BANU, I.; VASILEAN, I.; APRODU, I. Quality evaluation of the sourdough rye breads. *Food Technology*, v. 35, p. 94-105, 2011.
- BRUMMER, J.-M.; LORENZ, K. European developments in wheat sourdoughs. *Cereal Foods World, Minneapolis*, v. 36, p. 310-314, 1991.
- CANELLA-RAWLS, SANDRA. **Pão: arte e ciência**. São Paulo, Editora Senac São Paulo, 2003.
- CANELLA-RAWLS, S. **Pão : arte e ciência**. São Paulo. SENAC, 2005.320 p.
- CANELLA-RAWLS, S. **Pão : arte e ciência**. São Paulo. SENAC, 2012.

CARR, L.G; TADINI, C.C. **Influence of yeast and vegetable shortening on physical and texture parameters of frozen part baked French Bread.** *Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie*, v.36, n.6, 2003.

CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera índica* L.) var. haden, durante o amadurecimento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 18, n. 2, p.211-217, 1998.

CAUVAIN, S. **Tecnologia da panificação.** 2 ed. Baueri, SP: Manole, 2009. 418p.

CHAVAN, R.S; CHAVAN, S.R. **Sourdough Technology - A traditional way for whole some foods: a review.** *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v.10, p.169-182, 2011.

CLARKE, C.I.; SCHOBBER, T.J.; ARENDT, E.K. Effect of single strain and traditional mixed strain starter cultures on rheological properties of wheat dough and on bread quality. *Cereal Chemistry*, v. 79, p. 640647, 2002.

CLARKE, C. I.; SCHOBBER, T. J.; DOCKERY, P.; O'SULLIVAN, K.; ARENDT, E. K. **Wheat sourdough fermentation: effects of time and acidification on fundamental rheological properties.** *Cereal Chemistry*, v. 81, p. 409-417, 2004.

CODA, R.; DI CAGNO, R.; EDEMA, M.O.; NIONELLI, L.; GOBBETTI, M. Exploitation of acha (*Digitaria exiliis*) and Iburu (*Digitaria Iburua*) flours: **Chemical characterization and their use for sourdough fermentation.** *Food Microbiology*, v. 27, n.8, p.1043-1050, 2010.

CORSETTI, A.; SETTANNI, L. **Lactobacilli in sourdough fermentation.** *Food Research International*, v. 40, p. 539-558, 2007.

COSTA, M. DAS G.; DE SOUZA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; ANDRADE, S. A. C. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v. 2, n.81, jan./mar. 2008.

DECOCK, P.; CAPPELLE, S. Bread technology and sourdough technology. *Trends in Food Science and Technology*, v. 16, p. 113-120, 2005.

DE VUST, L.; NEYSENS, P. The Sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions . *Trends in Food Science and Technology*, Cambridge, v 16, n. 1, 43-56, 2005.

DE VUYST, L.; VANCANNEYT, M. Biodiversity and identification of sourdough lactic acid bacteria. *Food Microbiology*, v. 24, p. 120-127, 2007.

DE VUYST, L.; VRANCKEN, G.; RAVYTS, F.; RIMAU, T.; WECKX, S. **Biodiversity, ecological determinants, and metabolic exploitation of sourdough microbiota.** *Food Microbiology*, v. 26, p. 666-675, 2009.

DE VALDEZ, G. F.; GEREZ, C. L.; TORINO, M. I.; ROLLÁN, G. New trends in cereal based products using lactic acid bacteria. In: MOZZI, F.; RAYA, R. R.; VIGNOLO, G. M. **Biotechnology of lactic acid bacteria: novel applications.** Wiley-Blackwell, Iowa, 2010, 408p.

DENDY, D. A. V.; DOBRASZCZYK, B. J. **Cereals and products derivados: Chemistry and Technology**. Editora: Klumer Academic/ Plenum Publishers – Acribia S. A. Zaragoza – Espanha, Cap. 8, p.537, 2004.

DECOCK, P.; CAPPELLE, C. Bread technology and sourdough technology. **Trends Food Science Technology**, v. 16, p. 113–120, 2005.

DELCOUR, J.A.; HOSENEY, R.C. **Principles of cereal science and technology**. 3 ed., AACC International, St Paul, MN, USA, 2010. 261p.

DOBRASZCZYK, B.J.; MORGENSTERN, M.P. Rheology and the breadmaking process. **Journal of Cereal Science**, v. 38, p. 229-245, 2003.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2007. 210 p.

EL-DASH, A.; CAMARGO, C.O.; DIAZ, N.M. **Fundamentos da Tecnologia de Panificação**. São Paulo: Secretaria da indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982.

EL-DASH, A.; CAMPOS, J.E.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e sorgo na produção de pães**. Brasília: Embrapa, 1994. V.4.

ESTELLER, M.S.; YOSHIMOTO, R.M.O.; AMARAL, R.L.; LANNES, S.C.S. Uso de açúcares em produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p.602-607, 2004.

ESTELLER, M. S.; ZANCANARO JUNIOR, O.; PALMEIRA, C. N. S.; LANNES, S. C. da S. The effect of kefir addition on microstructure parameters and physical properties of porous white Bread. **Europe Food Research and Technology**, v. 222, p. 26-31, 2006.

GÄNZLE, M.G.; VERMEULEN, N.; VOGEL, R.F. Carbohydrate, peptide and lipid metabolism of lactic acid bacteria in sourdough. **Food Microbiology**, v. 24, p.128-138, 2007.

GÄNZLE, M.G.; LOPONEN, J.; GOBBETTI, M. **Proteolysis in sourdough fermentations: mechanisms and potential for improved bread quality**. Trends in Food Science and Technology, v. 19, p. 513-521, 2008.

GEREZ, C.L.; TORINO, M.I.; ROLLÁN, G.; DE VALDEZ, G. F. **Prevention of bread mould spoilage by using lactic acid bacteria with antifungal properties**. Food Control, v. 20, p.144-148, 2009.

GIL-HUMANES, J.; PISTÓN, F.; SHEWRY, P. R.; TOSI, P.; BARRO, F. Suppression of gliadins results in altered protein body morphology in wheat. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, p. 4203-4213, 2011.

GIMÉNEZ, A.; VARELA, P.; SALVADOR, A.; ARES, G.; FISZMAN, S.; GARITTA, L. **Shelf life estimation of brown pan bread: A consumer approach**. Food Quality and Preference, v.18, p.196-204, 2007.

GOBBETTI, M.; DE ANGELIS, M.; CORSETTI, A.; DI CAGNO, R. **Biochemistry and physiology of sourdough lactic acid bacteria**. Trends in Food Science and Technology, v. 16, p.57-69, 2005.

GOESAERT, H.; BRIJS, K.; VERAVERBEKE, W. S.; COURTIN, C. M.; GEBRUERS, K.; DELCOUR, J. A. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. **Trends in Food Science and Technology**, v. 16, p. 12-30, 2005.

GUL,H.,OZÇELIK,O.;SAGADIÇ, O.; CERTEL, M. **Sourdough bread production with lactobacilli and S. cerevisiae isolated from sourdoughs**. Process Biochemistry, v.40, n. 2, p. 691-697, 2005.

GRAY, J.A.; BEMILLER, J.N. Bread staling: molecular basis and control. Comprehensive Reviews in **Food Science and Food Safety**, v. 2, p.1-21, 2003.

GRANOTEC DO BRASIL. **Formuladores de pré-misturas e panificação**. Curitiba: Granotec do Brasil, 1998.

HÄGGMAN, M.; SALOVAARA, H. Microbial re-inoculation reveals differences in the leavening power of sourdough yeast strains. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, p. 148-154, 2008.

HANSEN, A.; HANSEN, B. Influence of wheat flour type on the production of flavour compounds in wheat sourdoughs. **Journal Cereal Science**, v.19, p.185-190, 1994.

HANSEN, A. Sourdough bread. In: HUI, Y. H.; SHERKA, F. **Handbook of food science, technology and engineering**. 4 ed., Taylor and Francis Group, LLC, 2006, 928p.

HÄGGMAN, M.; SALOVAARA, H. Microbial re-inoculation reveals differences in the leavening power of sourdough yeast strains. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, p. 148-154, 2008.

HAMMES, W.P.; BRANDT, M.J.; FRANCIS, K.L.; ROSENHEIM, J.; SEITTER, M.F.H.; VOGELMANN, S.A. Microbial ecology of cereal fermentations. **Trends in Food Science and Technology**, v. 16, p. 4-11, 2005.

HEIN, K. A.; JAEGER, S. R.; CARR, B. T.; DELAHUNTY C. M. Comparison of five common acceptance and preference methods. **Food Quality and Preference**, v. 19, p. 651-661, 2008.

HOSENEY, R.C. Principles of cereal: science and technology. 2.ed. Sant Paul: American **Association of Cereal Chemists**, 1994. 378p.

JEKLE, M.; BECKER, T. Dough microstructure: novel analysis by quantification using confocal laser scanning microscopy. **Food Research International**, v. 44, p. 984-991, 2012

JOYE, I. J.; LAGRAIN, B.; BELCOUR, J.A. Use of chemical redox agents and exogenous enzymes to modify the protein network during breadmaking – A review. **Journal of Cereal Science**, v. 50, p.11-21, 2009

KATINA, K.; HEINIO, R.L.; AUTIO, K.; POUTANEN, K. Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread. **LWT e Food Science Technology**, v.39, p. 1189-1202, 2006.

KETABI, A.; SOLEIMANIAN-ZAD, S.; KADIVAR, M.; SHEIKHZEINODDIN, M. Production of microbial exopolysaccharides in the sourdough and its effects on the rheological properties of dough. **Food Research International**, v. 41, p. 948-951, 2008.

KOMLENIĆ, D.K.; UGARČIĆ-HARDI, Ž.; JUKIĆ, M.; PLANINIĆ, M.; BUCIĆ-KOJIĆ, A.; STRELEC, I. Wheat dough rheology and bread quality effected by *Lactobacillus brevis* preferment, dry sourdough and lactic acid addition. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, p. 1417-1425, 2010.

LASSOUED, N.; DELARUE, J.; LAUNAY, B.; MICHON, C. Baked product texture: Correlations between instrumental and sensory characterization using Flash Profile. **Journal of Cereal Science**, v. 48, n. 1, p. 133-143, 2008.

LAHTINEN, S.; OUWEHAND, A.C.; SALMINEN, S.; WRIGHT, A.V. **Lactic acid bacteria. microbiological and functional aspects**. 4 ed, CRC Press, 2012, 761p.

LEÓN, K.; MERY, D.; PEDRESCHI, F.; LEÓN J. Color measurement in L* a* b* units from RGB digital images. **Food Research International**, v. 39, p. 1084-1091, 2006.

LICCIARDELLO, F.; GIANNONE, V.; NOBILE, M.A.D.; MURATORE, G.; SUMMO, C.; GIARNETTI, M.; CAPONIO, F.; PARADISO, V.M.; PASQUALONE, A. Shelf life assessment of industrial durum wheat bread as a function of packaging system. ScienceDirect. **Food Chemistry**, 2016.

MANDALA, I. G. Physical properties of fresh and frozen stored, microwave-reheated breads, containing hydrocolloids. **Journal of Food Engineering**, v. 66, n. 3, p. 291–300, 2005.

MATUDA, T. G. **Análise Térmica da Massa de Pão Francês Durante os Processos de Congelamento e Descongelamento: Otimização do Uso de Aditivos**. 2004. 142f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MORITA, N.; MAEDA, T.; MIYAZAKI, M.; YAMAMORI, M.; MJURA, H.; OHTSUKA, I. Dough and baking properties of highamylose and waxy wheat flour. **Cereal Chemistry**, v.79, p. 491-495, 2002.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4 ed., Boca Raton, FL: CRC Press, 2007, 448p.

MONDAL, A.; DATTA, A.K. Review Bread baking – A review. **Journal of Food Engineering**, v. 86, p. 465-474, 2008.

MORINI, A.V.; ARENDT, E.K.; DALBELLO, F. Biodiversity of lactic acid bacteria and yeasts in spontaneously-fermented buckwheat and teff sourdoughs. **Food Microbiology**, v. 28, p. 497-502, 2011.

PARAMITHIOTIS, S.; TSIASIOTOU, S.; DROSINOS E.H. Comparative study of spontaneously fermented sourdoughs originating from two regions of Greece: Peloponnesus and Thessaly. **Europe Food Research Technology**, v. 231, p. 883-890, 2010.

PENG,B; LI, Y.; DING, S.; YANG, J. Characterization of textural, rheological, thermal, microstructural, and water mobility in wheat flour dough and bread affected by thehalose. Science Direct. **Food Chemistry**, 2017.

POUTANEN, K.; FLANDER, L.; KATINA, K. Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective. **Food Microbiology**, v. 26, p. 693-699, 2009.

PYLER, E. J. **Baking science and technology**. 3rd ed. Merrian: Sosland, 1988. 1300 p.

PLESSAS, S.; BEKATOROU, A.; KANELLAKI, M.; KOUTINAS, A. A.; MARCHANT, R.; BANAT, I. M. Use of immobilized cell biocatalysts in baking. **Process Biochemistry**, v. 42, p. 1244–1249, 2007

PLESSAS, S.; ALEXOPOULOS, A.; BEKATOTOU, A.; MANTZOURANI, I.; KOUTINAS, A.A.; BEZIRTZOGLU, E. Examination of freshness degradation of sourdough bread made with kefir through monitoring the aroma volatile composition during storage. **Food Chemistry**, v.124, p. 627-633, 2011.

QUAGLIA, G. **Ciència y tecnologia de la panificacion**. Zaragoza: Acribia, 1991.

QUÍLEZ, J; RUIZ, J.A; ROMERO, M.P. Ralationships between sensory flavor evaluation and volatile and nonualatile compounds in comercial wheat bread type baguette. **Journal of food Science**, v.71, n.6, 2006.

RIZZELLO, C.G.; CODA, R.; MAZZACANE, F.; MINERVINI, D.; GOBBETTI, M. Micronized by-products from debranned durum wheat and sourdough fermentation enhanced the nutritional, textural and sensory features of bread. **Food Research International**, v. 46, p. 304313, 2012.

RIBOTTA, P. D.; LE BAIL, A. Thermo-physical assessment of bread during staling LWT - **Food Science and Technology**, v. 40, p. 879884, 2007.

ROBERT, H.; GABRIEL, V.; LEFEBVRE, D.; RABIER, P.; VAYSSIER, Y.; FONTAGNÉ-FAUCHER, C. Study of the behaviour of *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc* starters during a complete wheat sourdough breadmaking process. **LWT - Food Science and Technology**, v. 39, p. 256-265, 2006.

RONDA, F.; CABALLERO, P. A.; QUÍLEZ, J.; ROOS, Y. H. Staling of frozen partly and fully baked breads. Study of the combined effect of amylopectin recrystallization and water content on bread firmness **Journal of Cereal Science**, v. 53 p. 97-103, 2011.

ROSELL, C. M.; SANTOS, E. Impact of fibers on physical characteristics of fresh and staled bake off bread. **Journal of Food Engineering**, v. 98, p. 273-281, 2010.

RYAN, L.A.M.; DAL BELLO, F.; ARENDT, E.K. The use of sourdough fermented by antifungal LAB to reduce the amount of calcium propionate in bread. **International Journal Food Microbiology**, v. 125, p. 274–8, 2008.

RYAN, L.A.M.; DAL BELLO, F.; CZERNY, M.; KOEHLER, P.; ARENDT, E.K. Quantification of phenyllactic acid in wheat sourdough using high resolution gas chromatography-mass spectrometry. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 57, p.1060–1064, 2009.

SINGER, C.S. **Propriedades físico-químicas, reológicas, entálpicas e de panificação da farinha obtida de trigo irradiado**. São Paulo, 2006. 106p. Dissertação de Mestrado – Engenharia Química - Escola Politécnica - Universidade de São Paulo.

SROAN, B.D.; BEAN, S.R.; MACRITCHIE, F. Mechanism of gas cell stabilization in bread making. I. The primary gluten–starch matrix. **Journal of Cereal Science**, v.49, p.32–40, 2009.

SONG, Y.; ZHENG, Q. Dynamic rheological properties of wheat flour dough and proteins. **Food Science and Technology**, v. 18, p. 132-138, 2007.

SHEWRY, P.R.; D'OVIDIO, R.; LAFIANDRA, D.; JENKINS, J.A.; MILLS, E.N.C.; BEKES, F. **Wheat grain proteins**. In: **Khan, K.; Shewry, P.R. In: Wheat chemistry and technology**. 4 ed, St Paul, MN: AACC International Inc., 2009, 467p.

SUAS, M. **Panificação e Viennoiserie – Abordagem profissional**. ed. Cengage Learning, 2012. 456p.

STAUFFER, C.E. **Functional additives for bakery foods**. New York: Vani Nostrand Reinhold, 1990. 279p.

STOJCESKA, V.; BUTLER, F. Investigation of reported correlation coefficients between rheological properties of the wheat bread doughs and baking performance of the corresponding wheat flours. **Trends in Food Science and Technology**, v. 24, p. 13-18, 2012.

SZCZESNIAK, A.S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v.13, n.4, p.215-225, 2002.

TORRIERI, E.; Pepe, O.; Ventorino, O.; Masi, P.; Cavella, S. Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life. of bread. **LWT - Food Science and Technology** 56 (2013) 508 e 516.

TULHA, J.; CARVALHO, J.; ARMADA, R.; FARIA-OLIVEIRA, F.; LUCAS, C.; PAIS, C.; ALMEIDA, J.; FERREIRA, C. **Yeast, the man's best friend**. INTECH Open Acecss Publisher, p.255-278, 2011.

UPADHYAY, R.; GHOSAL, D.; MEHRA, A. Characterization of bread dough: rheological properties and microstructure. **Journal of Food Engineering**, v. 109, p. 104-113, 2012.

WEHRLE, K.; ARENDT, E.K. Rheological changes in wheat sourdough during controlled and spontaneous fermentation. **Cereal Chemistry**, v.75, p. 882-886, 1998.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, v. 24, p. 115–119, 2007.

WILDE, P. Foam formation in dough and bread quality. In: CAUVAIN, S.P. (Ed.) In: Breadmaking: improving quality. Woodhead Publishing, Cambridge, 2003, 589 p.

VITTI, P. Biotecnologia Industrial. In: **Pão**. Volume 4. Editora Edgard Blücher. São Paulo, p. 523, 2001.

VOGELMANN, S.A.; HERTEL, C. Impact of ecological factors on the stability of microbial associations in sourdough fermentation. **Food microbiology**, v.28, p.583-589, 2011.

APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido, utilizado na análise sensorial.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE GASTRONOMIA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa é sobre a: Elaboração de pães com o uso de fermentação natural sob a orientação da Prof.^a Estefânia Fernandes Garcia.

O objetivo do estudo é desenvolver pães com fermentação natural e avaliar sua influência nas características físico-químicas e sensoriais, possibilitando ofertar no mercado de panificação produtos diferenciados e de qualidade.

Solicitamos a sua colaboração para preenchimento dos formulários de aceitabilidade dos produtos elaborados, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e gastronomia, e em revistas científicas. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Informamos ainda que essa pesquisa não oferece riscos, previsíveis, para a sua saúde.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o (a) senhor (a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição.

Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura do Pesquisador

Contato com o Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para o (a) pesquisador (a) Fabiana Gomes Sousa Endereço: Rua Jociara Telino, 370, Jardim São Paulo, João Pessoa- PB. Telefone: 83-98879-0771. E-mail: fabiana.tur@hotmail.com

APÊNDICE B – Teste de aceitação e intenção de compra, utilizado na análise sensorial.

TESTE DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA

Nome: _____ **Idade:** _____ **e-mail:** _____

Fone: _____ **Escolaridade:** _____ **Data:** _____

Você está recebendo 03 amostras codificadas de pães. Prove-a e escreva o valor da escala que você considera correspondente à amostra (código). Antes de cada avaliação, você deverá fazer uso da bolacha e da água.

- 9 – gostei muitíssimo
- 8 – gostei muito
- 7 – gostei moderadamente
- 6 – gostei ligeiramente
- 5 – nem gostei/nem desgostei
- 4 – desgostei ligeiramente
- 3 – desgostei moderadamente
- 2 – desgostei muito
- 1. – desgostei muitíssimo

ATRIBUTOS	Amostra _____	Amostra _____	Amostra _____
Aparência			
Cor			
Aroma			
Sabor			
Consistência			
Avaliação Global			

Agora indique sua atitude de compra ao encontrar estes pães no mercado.

- 5 – compraria
- 4 – possivelmente compraria
- 3 – talvez comprasse/ talvez não comprasse
- 2 – possivelmente não compraria
- 1 – jamais compraria

ATRIBUTOS	Amostra _____	Amostra _____	Amostra _____
Intenção de Compra			

Comentários: _____ **OBRIGADA!**

